

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-146623

(P2012-146623A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012. 8. 2)

(51) Int.Cl.  
H05B 37/02 (2006.01)F I  
H05B 37/02テーマコード (参考)  
3K073

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 58 頁)

(21) 出願番号 特願2011-86203 (P2011-86203)  
 (22) 出願日 平成23年4月8日 (2011. 4. 8)  
 (31) 優先権主張番号 特願2010-90905 (P2010-90905)  
 (32) 優先日 平成22年4月9日 (2010. 4. 9)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2010-288971 (P2010-288971)  
 (32) 優先日 平成22年12月24日 (2010. 12. 24)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005968  
 三菱化学株式会社  
 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100100549  
 弁理士 川口 嘉之  
 (74) 代理人 100090516  
 弁理士 松倉 秀実  
 (74) 代理人 100105407  
 弁理士 高田 大輔  
 (74) 代理人 100126505  
 弁理士 佐貫 伸一  
 (74) 代理人 100131392  
 弁理士 丹羽 武司  
 (74) 代理人 100137822  
 弁理士 香坂 薫

最終頁に続く

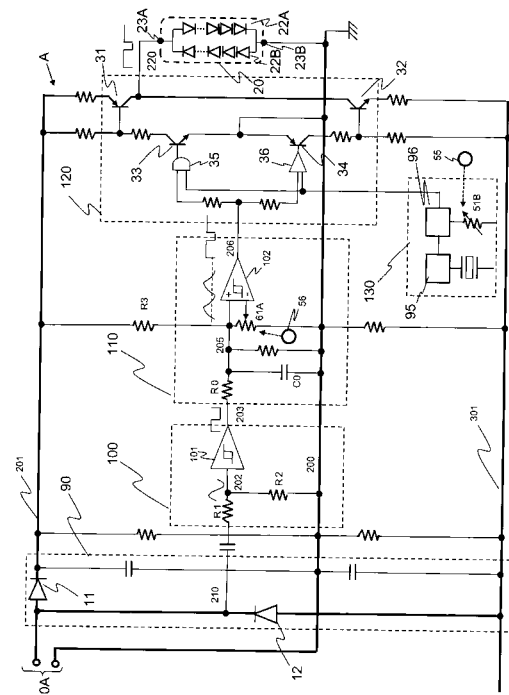
(54) 【発明の名称】 調光装置、及びLED照明システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 交流から変換された直流をさらに交流に変換して逆並列接続された第1LED及び第2LEDに供給する一方で、第1及び第2LEDの調光及び調色を可能とする技術の提供。

【解決手段】 調光装置は、交流電源から受電される交流から直流電源を生成する直流生成部、第1及び第2LEDの点灯による照明光の輝度を操作するための第1操作部、第1及び第2LEDの点灯による照明光の色又は色温度を操作するための第2操作部、所定の周期毎に第1及び第2LEDに供給すべき平均電流の総量を決定する第1制御部、所定の周期毎に第1及び第2LEDの夫々に供給すべき平均電流の比を決定する第2制御部、所定の周期毎に、第1及び第2制御部によって決定された平均電流の総量及び平均電流の比を有する、第1LEDに供給すべき正の電流と第2LEDに供給すべき負の電流とを含む交流電流を生成してLED照明装置に供給する供給部とを含む。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

極性を逆にして並列接続された、色度が相互に異なる第 1 L E D 及び第 2 L E D を含む L E D 照明装置と、調光装置とを含む L E D 照明システムであって、

前記調光装置は、

交流電源から受電される交流から直流電源を生成する直流生成部と、

前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の点灯による照明光の輝度を操作するための第 1 操作部と、

前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の点灯による照明光の色度を操作するための第 2 操作部と、

前記第 1 操作部の操作量に応じて、所定の周期毎に前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D に供給すべき平均電流の総量を決定する第 1 制御部と、

前記第 2 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期毎に前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の夫々に供給すべき平均電流の比を決定する第 2 制御部と、

前記直流生成部によって得られた直流電源を用いて、前記所定の周期毎に、前記第 1 及び第 2 制御部によって決定された平均電流の総量及び平均電流の比を有する、前記第 1 L E D に供給すべき正又は負の電流の一方と前記第 2 L E D に供給すべき正又は負の電流の他方とを含む交流電流を生成して前記 L E D 照明装置に供給する供給部とを含む、L E D 照明システム。

**【請求項 2】**

前記第 1 制御部は、前記交流電源の交流電圧と周期が等しい三角波電圧と、前記三角波電圧のスライスレベルを規定する、前記第 2 操作部の操作量に応じた参照電圧とを比較して、正負の矩形波電圧を出力する比較器を含み、

前記第 2 制御部は、前記第 1 操作部の操作量に応じて、前記正負の矩形波電圧の 1 周期における、正負の期間の夫々において前記 L E D 照明装置に供給すべき電流のデューティ比を決定するパルス幅調整回路を含み、

前記供給部は、前記正負の矩形波電圧の正の期間において、前記第 1 及び第 2 L E D の一方に対し、前記パルス幅調整回路で決定されたデューティ比で正の電流を供給し、前記正負の矩形波電圧の負の期間において、前記第 1 及び第 2 L E D の他方に対し、前記パルス幅調整回路で決定されたデューティ比で負の電流を供給する

請求項 1 に記載の L E D 照明システム。

**【請求項 3】**

前記供給部は、前記所定の周期毎に、正のパルス及び負のパルスが入力され、正のパルスがオンの時間、正の電流を前記 L E D 照明装置に供給する一方で、負のパルスがオンの時間、負の電流を前記 L E D 照明装置に供給する駆動回路を含み、

前記第 1 制御部は、前記第 1 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期における正のパルスのオン時間及び負のパルスのオン時間を決定し、

前記第 2 制御部は、前記第 2 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期における正のパルスのオン時間と負のパルスのオン時間との比を決定する

請求項 1 に記載の L E D 照明システム。

**【請求項 4】**

前記第 1 制御部は、前記第 1 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期における、所定のパルス幅を夫々有する正負のパルスの数を決定し、

前記第 2 制御部は、前記正負のパルスのパルス幅を決定する

請求項 3 に記載の L E D 照明システム。

**【請求項 5】**

前記調光装置が二本一対の配線のみを介して前記 L E D 照明装置と接続されている

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の L E D 照明システム。

**【請求項 6】**

極性を逆にして並列接続された、発光波長域が相互に異なる第 1 L E D 及び第 2 L E D

10

20

30

40

50

を含むＬＥＤ照明装置と接続される調光装置であって、

交流電源から受電される交流から直流電源を生成する直流生成部と、

前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤの点灯による照明光の輝度を操作するための第１操作部と、

前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤの点灯による照明光の色又は色温度を操作するための第２操作部と、

前記第１操作部の操作量に応じて、所定の周期毎に前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤに供給すべき平均電流の総量を決定する第１制御部と、

前記第２操作部の操作量に応じて、前記所定の周期毎に前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤの夫々に供給すべき平均電流の比を決定する第２制御部と、

前記直流生成部によって得られた直流電源を用いて、前記所定の周期毎に、前記第１及び第２制御部によって決定された平均電流の総量及び平均電流の比を有する、前記第１ＬＥＤに供給すべき正又は負の電流の一方と前記第２ＬＥＤに供給すべき正又は負の電流の他方とを含む交流電流を生成して前記ＬＥＤ照明装置に供給する供給部とを含む、調光装置。

【請求項 7】

色度が相互に異なる第１ＬＥＤ及び第２ＬＥＤを含むＬＥＤ照明器具と、調光装置とを含むＬＥＤ照明システムであって、

前記調光装置は、

交流電源から受電される交流から直流電源を生成する直流生成部と、

前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤの点灯による照明光の輝度を操作するための第１操作部と、

前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤの点灯による照明光の色度を操作するための第２操作部と、

前記第１操作部の操作量に応じて、所定の周期毎に前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤに供給すべき平均電流の総量を決定する第１制御部と、

前記第２操作部の操作量に応じて、前記所定の周期毎に前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤの夫々に供給すべき平均電流の比を決定する第２制御部と、

前記直流生成部によって得られた直流電源を用いて、前記所定の周期毎に、前記第１及び第２制御部によって決定された平均電流の総量及び平均電流の比を有する、前記第１ＬＥＤに供給すべき電流と前記第２ＬＥＤに供給すべき電流とを生成して前記ＬＥＤ照明器具に供給する供給部と

を含む、ＬＥＤ照明システム。

【請求項 8】

色度が相互に異なる第１ＬＥＤ及び第２ＬＥＤと、

交流から直流を生成する直流生成部と、

前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤに供給すべき平均電流の総量情報と、前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤの夫々に供給すべき平均電流の比情報を、調光装置から受信する受信手段と、

前記平均電流の総量情報と前記平均電流の比情報から平均電流の総量及び比を求める受信手段からの情報を用いて、前記平均電流の総量及び前記平均電流の比を算出する算出手段と、

前記直流生成部で生成された電流から、前記平均電流の総量及び前記平均電流の比に応じた電流を生成して前記第１ＬＥＤ及び前記第２ＬＥＤに供給する供給手段と

を含むＬＥＤ照明器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）発光デバイス（ＬＥＤ照明装置）の調光装置、及び調光装置及びＬＥＤ照明装置（ＬＥＤ照明器具）を含むＬＥＤ照明システムに関

10

20

30

40

50

する。

【背景技術】

【0002】

白熱電球や蛍光灯のような従来の照明機器で、室内の照明光の色温度を調整可能にする場合には、ハロゲンランプのような色温度が高い電球光源と、白熱電球のようなハロゲンランプより色温度が低い電球光源との双方が室内に設置され、各電球光源に設けた個々のスイッチで、各電球光源の点灯／消灯が制御されることによって、室内の照明光の色温度が切り替えられていた。

【0003】

或いは、白色電球を光源とし、様々な光学フィルタを用いて色相や色温度を調整する大掛かりな照明装置が、舞台照明のような照明光の色や白色の色温度が重要な演出要素となる舞台照明のような特殊用途下で使用されていた。

【0004】

近年、従来の照明機器に代わる照明機器として、光源にＬＥＤ（発光ダイオード）を用いたＬＥＤ電球のようなＬＥＤ照明装置が普及し始めている。ＬＥＤ照明装置の特徴として、白熱電球や蛍光灯と比べて消費電力が低く、且つ耐久性が高いことが挙げられる。上述のような白色光源の色相や色温度の調整を、白色ＬＥＤを用いて実現することが望まれている。

【0005】

本発明に関連する先行技術としては、一対のＬＥＤ又は一対のＬＥＤブランチ（複数のＬＥＤが直列接続されたもの）の両端に交流電圧を印加する回路がある（例えば、特許文献１、２、３等）。

【0006】

また、ドライバ回路からの制御信号により、逆並列接続された第１及び第２ＬＥＤ群に対する交流電源の半波毎の導通・非導通のタイミング制御を行い、第１及び第２ＬＥＤ群の夫々の発光時間を別々に制御するＬＥＤ駆動回路がある（例えば、特許文献４）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献１】米国特許公報第６４１２９７１号公報（FIG. 23, FIG. 25, FIG. 26）

【特許文献２】特開２００２－２８１７６４号公報（図１）

【特許文献３】特表２００５－５１３８１９号公報（図２，図３）

【特許文献４】特開２００８－２１８０４３号公報

【特許文献５】実開昭６１－１３８２５９号公報

【特許文献６】特開２００８－１７１９８４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

例えば、白色照明の調光をＬＥＤを用いて実現しようとする場合、色温度の異なる複数の白色ＬＥＤを用意し、これらの白色ＬＥＤに対する個別の点灯／消灯制御によって照明光の色温度が調整されるようにすることが可能である。

【0009】

しかしながら、単一のＬＥＤ照明器具に供給する駆動電流の調整でＬＥＤ照明の輝度（発光量）及び色度（色相、色温度）を可変とすることができれば、幅広いユーザに当該ＬＥＤ照明器具を訴求することが可能になる。

【0010】

本発明の一態様は、交流を直流に変換し、直流をさらに交流に変換して逆並列接続された第１ＬＥＤ及び第２ＬＥＤに供給する一方で、第１及び第２のＬＥＤの輝度及び色又は色温度を調整可能とする技術を提供することを目的とする。

また、本発明の他の態様は、交流から変換された直流から、第１ＬＥＤ及び第２ＬＥＤ

10

20

30

40

50

が所望の輝度及び色度で点灯するための平均電流の総量及び比を有する電流を生成し、第1 LED及び第2 LEDに供給可能な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の態様は、極性を逆にして並列接続された、色度が相互に異なる第1 LED及び第2 LEDを含むLED照明装置と、調光装置とを含むLED照明システムであって、

前記調光装置は、

交流電源から受電される交流から直流電源を生成する直流生成部と、

前記第1 LED及び前記第2 LEDの点灯による照明光の輝度を操作するための第1操作部と、

前記第1 LED及び前記第2 LEDの点灯による照明光の色度を操作するための第2操作部と、

前記第1操作部の操作量に応じて、所定の周期毎に前記第1 LED及び前記第2 LEDに供給すべき平均電流の総量を決定する第1制御部と、

前記第2操作部の操作量に応じて、前記所定の周期毎に前記第1 LED及び前記第2 LEDの夫々に供給すべき平均電流の比を決定する第2制御部と、

前記直流生成部によって得られた直流電源を用いて、前記所定の周期毎に、前記第1及び第2制御部によって決定された平均電流の総量及び平均電流の比を有する、前記第1 LEDに供給すべき正又は負の電流の一方と前記第2 LEDに供給すべき正又は負の電流の他方とを含む交流電流を生成して前記LED照明装置に供給する供給部とを含む、LED照明システムである。

【0012】

第1及び第2 LEDの夫々は、単一のLED素子が極性を逆にして並列接続（逆並列接続）されたものと、複数のLED素子が直列接続されたものが逆並列接続されたものとの双方を含む。また、複数のLED素子が極性を同一にして並列されたものが複数個直列接続されることによって、第1 LED或いは第2 LEDを構成しても良い。LEDの「発光波長域」は、色度を含む概念であり、色度は、色相及び色温度を含む概念である。従って、色相の異なる第1及び第2 LEDを適用する場合や、色温度の異なるLEDを第1及び第2 LEDとして適用する場合がある。「LED」は、発光ダイオードの他、有機EL（OLED：Organic light-emitting diode）を含む。

【0013】

本発明の第1の態様において、第1制御部は、前記交流電源の交流電圧と周期が等しい三角波電圧と、前記三角波電圧のスライスレベルを規定する、前記第2操作部の操作量に応じた参照電圧とを比較して、正負の矩形波電圧を出力する比較器を含み、

前記第2制御部は、前記第1操作部の操作量に応じて、前記正負の矩形波電圧の1周期における、正負の期間の夫々において前記LED照明装置に供給すべき電流のデューティ比を決定するパルス幅調整回路を含み、

前記供給部は、前記正負の矩形波電圧の正の期間において、前記第1及び第2 LEDの一方に対し、前記パルス幅調整回路で決定されたデューティ比で正の電流を供給し、前記正負の矩形波電圧の負の期間において、前記第1及び第2 LEDの他方に対し、前記パルス幅調整回路で決定されたデューティ比で負の電流を供給するように構成されていても良い。

【0014】

また、本発明の第1の態様において、前記供給部は、前記所定の周期毎に、正のパルス及び負のパルスが入力され、正のパルスがオンの時間、正の電流を前記LED照明装置に供給する一方で、負のパルスがオンの時間、負の電流を前記LED照明装置に供給する駆動回路を含み、

前記第1制御部は、前記第1操作部の操作量に応じて、前記所定の周期における正のパルスのオン時間及び負のパルスのオン時間を決定し、

10

20

30

40

50

前記第 2 制御部は、前記第 2 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期における正のパルスのオン時間と負のパルスのオン時間との比を決定する、ように構成されていても良い。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の第 1 の態様において、第 1 制御部は、前記第 1 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期における、所定のパルス幅を夫々有する正負のパルスの数を決定し、前記第 2 制御部は、前記正負のパルスのパルス幅を決定する、ように構成されていても良い。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の第 1 の態様において、前記調光装置が二本一対の配線のみを介して前記 L E D 照明装置と接続されているように構成することができる。

10

【 0 0 1 7 】

また、本発明の第 2 の態様は、極性を逆にして並列接続された、発光波長域が相互に異なる第 1 L E D 及び第 2 L E D を含む L E D 照明装置と接続される調光装置であって、

交流電源から受電される交流から直流電源を生成する直流生成部と、

前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の点灯による照明光の輝度を操作するための第 1 操作部と、

前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の点灯による照明光の色又は色温度を操作するための第 2 操作部と、

前記第 1 操作部の操作量に応じて、所定の周期毎に前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D に供給すべき平均電流の総量を決定する第 1 制御部と、

20

前記第 2 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期毎に前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の夫々に供給すべき平均電流の比を決定する第 2 制御部と、

前記直流生成部によって得られた直流電源を用いて、前記所定の周期毎に、前記第 1 及び第 2 制御部によって決定された平均電流の総量及び平均電流の比を有する、前記第 1 L E D に供給すべき正又は負の電流の一方と前記第 2 L E D に供給すべき正又は負の電流の他方とを含む交流電流を生成して前記 L E D 照明装置に供給する供給部とを含む、調光装置である。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 3 の態様は、色度が相互に異なる第 1 L E D 及び第 2 L E D を含む L E D 照明器具と、調光装置とを含む L E D 照明システムであって、

30

前記調光装置は、

交流電源から受電される交流から直流電源を生成する直流生成部と、

前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の点灯による照明光の輝度を操作するための第 1 操作部と、

前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の点灯による照明光の色度を操作するための第 2 操作部と、

前記第 1 操作部の操作量に応じて、所定の周期毎に前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D に供給すべき平均電流の総量を決定する第 1 制御部と、

前記第 2 操作部の操作量に応じて、前記所定の周期毎に前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D の夫々に供給すべき平均電流の比を決定する第 2 制御部と、

40

前記直流生成部によって得られた直流電源を用いて、前記所定の周期毎に、前記第 1 及び第 2 制御部によって決定された平均電流の総量及び平均電流の比を有する、前記第 1 L E D に供給すべき電流と前記第 2 L E D に供給すべき電流とを生成して前記 L E D 照明器具に供給する供給部と

を含む、L E D 照明システムである。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 4 の態様は、色度が相互に異なる第 1 L E D 及び第 2 L E D と、

交流から直流を生成する直流生成部と、

前記第 1 L E D 及び前記第 2 L E D に供給すべき平均電流の総量情報と、前記第 1 L E

50

D及び前記第2LEDの夫々に供給すべき平均電流の比情報を、調光装置から受信する受信手段と、

前記平均電流の総量情報と前記平均電流の比情報から平均電流の総量及び比を求める受信手段からの情報を用いて、前記平均電流の総量及び前記平均電流の比を算出する算出手段と、

前記直流生成部で生成された電流から、前記平均電流の総量及び前記平均電流の比に応じた電流を生成して前記第1LED及び前記第2LEDに供給する供給手段とを含むLED照明器具である。

【発明の効果】

【0020】

本発明の一態様によれば、交流を直流に変換し、直流をさらに交流に変換して逆並列接続された第1LED及び第2LEDに供給する一方で、第1及び第2のLEDの輝度（発光量）及び色度（色相、色温度）を調整可能とする技術を提供することができる。

また、本発明の他の態様によれば、交流から変換された直流から、第1LED及び第2LEDが所望の輝度及び色度で点灯するための平均電流の総量及び比を有する電流を生成して第1LED及び第2LEDに供給可能な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】第1実施形態における照明システム（LED発光デバイス及び調光装置）の回路構成例を示す図である。

【図2】第1実施形態における調光装置内の波形説明図である。

【図3】第1実施形態における調光装置内の波形説明図である。

【図4】第2実施形態における照明システム（LED発光デバイス及び調光装置）の回路構成例を示す図である。

【図5A】第2実施形態における調光装置内の波形説明図である。

【図5B】第2実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理を示すフローチャートである。

【図6A】第2実施形態における調光装置内の波形説明図である。

【図6B】第2実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理（輝度上昇処理）を示すフローチャートである。

【図6C】第2実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理（輝度低下処理）を示すフローチャートである。

【図7A】第2実施形態における調光装置内の波形説明図である。

【図7B】第2実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理（色温度低下処理）を示すフローチャートである。

【図7C】第2実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理（色温度上昇処理）を示すフローチャートである。

【図8】第3実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理（極性変換処理）を示すフローチャートである。

【図9】第4実施形態におけるLED発光デバイスの調光装置の一部の回路構成例を示す図である。

【図10A】第4実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理（フィードバック制御）を示すフローチャートである。

【図10B】第4実施形態におけるマイクロプロセッサのプログラム処理（フィードバック制御）を示すフローチャートである。

【図11】第5実施形態における照明システム（LED発光デバイス及び調光装置）の構成例を示す図である。

【図12】第5実施形態における調光装置の構成例を示す図である。

【図13】第5実施形態における、輝度調整時にLED発光デバイスに供給される電流波形の例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 4】第 5 実施形態における、色温度調整時に L E D 発光デバイスに供給される電流波形の例を示す図である。

【図 1 5】第 5 実施形態の変形例における、輝度調整時に L E D 発光デバイスに供給される電流波形の例を示す図である。

【図 1 6】第 5 実施形態の変形例における、色温度調整時に L E D 発光デバイスに供給される電流波形の例を示す図である。

【図 1 7 A】発光モジュール（L E D モジュール）を構成する半導体発光装置（以下、「白色 L E D」という）内の、パッケージの概略構成の斜視図である。

【図 1 7 B】パッケージに設けられた半導体発光素子（以下、「L E D チップ」という）に電力を供給する配線の実装状態を示す図である。

【図 1 8】図 1 7 A 及び図 1 7 B に示すパッケージ（白色 L E D）を電氣的記号を用いて模式化した図である。

【図 1 9】図 1 8 に示した白色 L E D を直列接続した状態を模式的に示す図である。

【図 2 0】図 1 7 A に示す白色 L E D において、配線を含む面で切断した場合の断面図である。

【図 2 1】L E D チップの基板への実装を説明する図である。

【図 2 2】図 2 2 は、第 6 実施形態に係る L E D システムの構成例を示す図である。

【図 2 3】図 2 3 は、調光器に印加される商用電源の交流波形と、トライアックの点弧によって L E D 照明器に供給される交流電圧との関係を示す図である。

【図 2 4】図 2 4 は、調光時における交流電圧、駆動電流等の波形説明図である。

【図 2 5】図 2 5 は、調色時における交流電圧、駆動電流等の波形説明図である。

【図 2 6】図 2 6 は、バランス調整による駆動電流比の変更を示す波形図である。

【図 2 7】図 2 7 は、第 7 実施形態に係る照明システムの回路構成例を示す図である。

【図 2 8】図 2 8 は、操作部の操作量と、交流波形との関係を示す図である。

【図 2 9】図 2 9 は、操作部の操作量と、交流波形との関係を示す図である。

【図 3 0】図 3 0 は、本願の第 8 実施形態に係る L E D 照明システムの構成例を示す。

【図 3 1】図 3 1 は、図 3 0 に示した制御信号生成回路の第 1 の形態を示す。

【図 3 2】図 3 2 は、図 3 0 に示した制御信号生成回路の第 2 の形態を示す。

【図 3 3】図 3 3 は、図 3 0 に示した L E D 照明器具中の制御回路の第 1 の形態を示す。

【図 3 4】図 3 4 は、図 3 0 に示した L E D 照明器具中の制御回路の第 2 の形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0 0 2 2】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。実施形態の構成は例示であり、本発明は実施形態の構成に限定されない。

【0 0 2 3】

〔第 1 実施形態〕

図 1 は、本発明の第 1 実施形態における L E D 照明システムの回路構成例を示す図である。L E D システムは、L E D の調光装置 A と、調光装置 A に接続された L E D 照明装置 2 0（「L E D 発光デバイス 2 0」又は「発光デバイス 2 0」とも表記）とを含む。調光装置 A は、L E D 照明装置 2 0 に含まれる L E D の発光により得られる照明光の輝度（発光量）及び色度（色相、色温度）を調整する。

【0 0 2 4】

ここに、L E D 照明装置 2 0（発光デバイス 2 0）は、互いに逆方向（逆極性）で並列接続された L E D 群 2 2 A（第 1 L E D 群）と L E D 群 2 2 B（第 2 L E D 群）とを含む一組の L E D 群 2 2 A，2 2 B を含んでいる。L E D 群 2 2 A，2 2 B の夫々は、直列接続された所定数（例えば 2 0 個）の L E D 素子からなる。L E D 群 2 2 A，2 2 B を夫々構成する L E D 素子の数は、1 以上の数で適宜設定可能である。L E D 群 2 2 A，2 2 B は、例えば、サファイヤ基板上に製作される。

【0 0 2 5】

L E D 照明装置 2 0 は、L E D 群 2 2 A と L E D 群 2 2 B とを並列接続する配線の夫々

10

20

30

40

50



から引き出された二つの端子 2 3 A , 2 3 B をさらに含む。二つの端子 2 3 A , 2 3 B 間には、正負の駆動電流が通電される。正の電流の通電時には、LED 群 2 2 A と LED 群 2 2 B との一方が点灯し、他方は消灯する。これに対し、負の電流の通電時には、一方が消灯し、他方が点灯する。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示す例では、端子 2 3 A から見て正の駆動電流が供給される場合には、LED 群 2 2 A が点灯し、端子 2 3 A から見て負の駆動電流が供給される場合には LED 群 2 2 B が点灯するように、調光装置 A と LED 照明装置 2 0 とが回路接続されている。

【 0 0 2 7 】

本実施形態において、LED 群 2 2 A , 2 2 B の夫々に含まれる LED 素子の夫々は、  
10 発光波長が 4 1 0 n m で、順方向電流のときの端子電圧は 3 . 5 V である。LED 素子が 2 0 個直列に接続された場合には、7 0 V の直流で最大光量を発生する。

【 0 0 2 8 】

発光デバイス 2 0 を構成する LED 群 2 2 A を構成する各 LED 素子には、発光波長 4 1 0 n m の光で刺激（励起）すると約 3 0 0 0 ° K の白色を発光する蛍光体が埋め込まれており、端子 2 3 A , 2 3 B 間に供給される交流の正負の一方（本実施形態では正）の供給により点灯する。

【 0 0 2 9 】

これに対し、LED 群 2 2 B を構成する各 LED 素子には、発光波長 4 1 0 n m の光で  
20 刺激（励起）すると約 5 0 0 0 ° K の白色を発光する蛍光体が埋め込まれており、端子 2 3 A , 2 3 B 間に供給される交流の正負の他方（本実施形態では負）の供給により点灯する。

【 0 0 3 0 】

但し、LED 群 2 2 A , 2 2 B を構成する複数の LED 素子の数は適宜変更可能であり、一つの LED 素子であっても良い。本実施形態では、LED 群 2 2 A , 2 2 B が異なる色温度の白色光を発する構成としている。もっとも、本明細書において、「発光波長領域」の語は、色度（色相及び色温度）を含む概念であり、LED 群 2 2 A , 2 2 B が相互に異なる色度を有する構成となっても良い。LED 群 2 2 A , 2 2 B の色度が相互に異なる限り、LED 群 2 2 A , 2 2 B がそれぞれ有する色度は、適宜設定可能である。

【 0 0 3 1 】

また、図 1 に示す調光装置 A は、入力端子 1 0 A と、直流生成部としての半波倍電圧整流回路 9 0（以下、整流回路 9 0 と表記）と、クロック生成回路 1 0 0 と、デューティ比調整回路 1 1 0 と、相補トランジスタ 3 1 , 3 2 を有するプッシュプル形駆動回路 1 2 0（以下、駆動回路 1 2 0 と表記）と、自励発振周波数を発生する駆動パルス発生・可変回路 1 3 0（以下、パルス幅調整回路 1 3 0 と表記）とを備える。LED 照明装置（発光デバイス）2 0 は、駆動回路 1 2 0 によって駆動される。すなわち、調光装置 A は、商用交流周波数から独立な自励発振周波数を用いて、発光デバイス 2 0 に駆動電流を供給する。

【 0 0 3 2 】

図 1 に示す調光装置 A は、入力端子 1 0 A から入力される商用電源（例えば、1 0 0 V , 5 0 H z）からの入力交流電圧が整流回路 9 0 で整流される。すなわち、正の電圧はダイオード 1 1 で整流され、配線 2 0 1 には約 1 2 0 V の正の直流電圧が供給され、負の電圧はダイオード 1 2 で整流され、配線 3 0 1 には約 1 2 0 V の負の直流電圧が供給される。配線 2 0 0 は、配線 2 0 1 及び配線 3 0 1 に対する共通アース電位となっている。

【 0 0 3 3 】

また、クロック生成回路 1 0 0 及びデューティ比調整回路 1 1 0 が夫々有するコンパレータ（オペアンプ）1 0 1 , 1 0 2、及びパルス幅調整回路 1 3 0 には、回路動作の図示しない電源回路から、配線 2 0 0 を共通アース電位とする ± 1 5 V が供給されている。

【 0 0 3 4 】

以下に調光装置 A（調光回路）の各部の動作を説明する。図 2、図 3 は、調光回路内の波形説明図である。図 2（a）は、入力端子 1 0 A に入力される交流電圧を示す。図 2（

10

20

30

40

50

b) は、コンパレータ 101 からの出力波形を示す。図 2 (c) は、デューティ比調整回路 110 に含まれる積分器 (抵抗器 R0 及びキャパシタ C0) によって形成される三角波を示す。図 2 (d) は、コンパレータ 102 からの出力波形を示す。図 3 (a) は、コンパレータ 102 からの出力波形を示し、図 3 (b) は、LED 群 22A 及び 22B に供給される電流波形を模式的に示し、図 3 (c) は LED 群 22A 及び 22B に供給される電流波形を模式的に示す。

#### 【0035】

クロック生成回路 100 では、入力端子 10A の入力交流電圧 (50Hz、100V) が配線 210 から供給され、抵抗器 R1 及び R2 の比 ( $R1/R2$ ) で定まる分圧がコンパレータ 101 に入力される。コンパレータ 101 の駆動により、コンパレータ 101 の出力側の配線 203 に、図 2 (b) で示すような矩形波電圧が出力される。矩形波電圧は、入力交流電圧 (図 2 (a)) の半サイクル期間  $t_0$  毎にオン/オフするクロックとして利用される。

10

#### 【0036】

デューティ比調整回路 110 では、抵抗器 R0 とキャパシタ C0 とで構成される積分回路により、三角波が生成されて、コンパレータ 102 の非反転入力端子 (+V) に入力される。一方、コンパレータ 102 の反転入力端子 (-V) は、一端が抵抗 R3 を介して配線 201 に接続され、他端が配線 200 に接続された可変抵抗器 61A の可動点に接続されている。これにより、コンパレータ 102 の反転入力端子には、可変抵抗器 61A の可動点の位置に応じた電圧が参照電圧として入力される。可変抵抗器 61A の抵抗値は、調色 (色度調整) 用の操作部 56 (第 2 の操作部) によって操作可能である。

20

#### 【0037】

コンパレータ 102 において、参照電圧は、非反転入力端子から入力される三角波のスライスレベルとして作用する。すなわち、コンパレータ 102 は、三角波がスライスレベルより高いときには正の出力を行い、三角波がスライスレベルより低い場合には、負の出力を行う。よって、コンパレータ 102 からは、電圧が参照電圧より高い正の期間  $t_1$  と、参照電圧より低い負の期間  $t_2$  とが交互に繰り返される矩形波が出力される (図 2 (d) 参照)。期間  $t_1$  は、非反転入力端子から入力される三角波が一定であるときに、スライスレベル (参照電圧) が高くなる程、短くなる。このように、コンパレータ 102 は、1 周期における正負の平均電流の比を決定する第 2 制御部として機能する。

30

#### 【0038】

駆動回路 120 は、トランジスタ 31, 32, 33, 34 を有しており、トランジスタ 33 及び 31 は、コンパレータ 102 の出力が正の期間である期間  $t_1$  において、発光デバイス 20 の LED 群 22A に配線 220 を介して正の駆動電流を供給するスイッチとして機能し、トランジスタ 34 及び 32 は、コンパレータ 102 の出力が負の期間である期間  $t_2$  において、LED 群 22B に配線 220 を通じて負の駆動電流を供給するスイッチとして機能する。

#### 【0039】

自励発振周波数形のパルス幅調整回路 130 は、LED 群 22A, 22B に供給される、期間  $t_1$ ,  $t_2$  における駆動電流量の調整回路であり、パルス幅変調 (PWM) 回路で構成される。すなわち、パルス幅変調回路 130 は、主たる構成として、自励発振回路 95 と、パルス・デューティ比調整回路 96 と、可変抵抗器 51B を備えている。

40

#### 【0040】

パルス幅調整回路 130 は、自励発振回路 95 で生成される 500Hz の基本パルスのデューティ比を、パルス・デューティ比調整回路 96 でのパルス幅変調 (PWM) 制御により可変抵抗器 51B の抵抗値に応じたデューティ比に調整して出力する。ここに、可変抵抗器 51B の抵抗値が高くなるほど、デューティ比が大きくなるように構成されている。可変抵抗器 51B の抵抗値は、輝度調整用の操作部 55 (第 1 操作部) によって操作される。パルス幅調整回路 130 は、1 周期に発光デバイス 20 に供給される正負の電流の総量を決定する第 2 制御部として機能する。

50

## 【 0 0 4 1 】

パルス幅調整回路 1 3 0 の出力（パルス）は、コンパレータ 1 0 2 の出力が入力される A N D（論理積）回路 3 5 及び O R（論理和）回路 3 6 に入力される。A N D 回路 3 5 の出力端子はトランジスタ 3 3 のベースに入力されており、トランジスタ 3 1 のベースは、トランジスタ 3 1 のコレクタに接続されている。よって、コンパレータ 1 0 2 の出力が正であり、且つパルス幅調整回路 1 3 0 から出力がオンである場合に A N D 回路 3 5 がオンとなって、トランジスタ 3 3 がオンになり、続いてトランジスタ 3 1 がオンになって、L E D 群 2 2 A に対して正の電圧による駆動電流が供給され、L E D 群 2 2 A が点灯する。

## 【 0 0 4 2 】

一方、コンパレータ 1 0 2 の出力が負である期間  $t_2$  においては、パルス幅調整回路 1 3 0 の出力がオフである区間において、O R 回路 3 6 がオンとなり、トランジスタ 3 4 及びトランジスタ 3 2 がオンとなって、L E D 群 2 2 B に対して負の電圧による駆動電流が供給され、L E D 群 2 2 B が点灯する。

## 【 0 0 4 3 】

よって、図 3（b）に示すように、期間  $t_1$  及び期間  $t_2$ （図 3（a））において、パルス幅調整回路 1 3 0 から出力されるパルス数及びパルス幅に応じたパルス状の駆動電流が L E D 群 2 2 A、L E D 群 2 2 B に供給される。このようにして、第 3 実施形態においても、1 サイクルにおける各 L E D 群 2 2 A、2 2 B における駆動電流の供給期間（デューティ比）を可変抵抗器 6 1 A の操作部 5 6（つまみなど）で変更することで、L E D 群 2 2 A と L E D 群 2 2 B に対する電力供給量（駆動電流量：平均電流）を異ならせることができる。すなわち、発光デバイス 2 0 の色温度を可変にすることができる。

## 【 0 0 4 4 】

そして、可変抵抗器 5 1 B の抵抗値を図示しない操作部 5 5（つまみなど）によって調整し、パルス幅調整回路 1 3 0 から出力されるパルスのデューティ比を上げれば、図 3（c）に示すように、L E D 群 2 2 A、2 2 B に供給されるパルス幅が広がる。すなわち、各 L E D 群 2 2 A、2 2 B に対する駆動電流の平均電流量を上げることができる。逆の操作を行えば、各 L E D 群 2 2 A、2 2 B に対する駆動電流の平均電流量を下げることもできる。このようにして、発光デバイス 2 0 の総発光量（輝度）を可変にすることができる。

## 【 0 0 4 5 】

図 2、図 3 に示したような期間  $t_1$  が期間  $t_2$  より長い動作状態では、入力交流電圧の正の半サイクルで L E D 群 2 2 A が点滅する時間は、入力交流電圧の負の半サイクルで L E D 群 2 2 B が点滅する時間よりも長い。このような L E D 群 2 2 A、2 2 B の点滅は人間の目には感じられず、L E D 群 2 2 A の色温度（3 0 0 0 ° K）より高い色温度（5 0 0 0 ° K）を有する L E D 群 2 2 B の点灯時間が支配的であるので、人間の目には青っぽい白色として感知される。

## 【 0 0 4 6 】

これに対し、可変抵抗器 6 1 A の操作により、可変抵抗器 6 1 A の可動点を中点よりも正の電位（配線 2 0 1 側）に近づけると、正の半サイクルにおける L E D 群 2 2 A の点滅時間が短くなる一方で、負の半サイクルにおける L E D 群 2 2 B の点滅時間が長くなるので、色温度の低い L E D 群 2 2 A の点灯時間が支配的となり、人間の目には赤っぽい白色として感知される。可変抵抗器 6 1 A は、上記のような色調の調整機能を提供するから、発光デバイス 2 0 により照射される白色の色温度を 3 0 0 0 ° K から 5 0 0 0 ° K の間で連続的に可変とすることができる。

## 【 0 0 4 7 】

また、上述したように、第 1 実施形態では、可変抵抗器 5 1 B の抵抗値の調整で、発光デバイス 2 0 の総発光量、すなわち輝度を調整することができる。可変抵抗器 5 1 B の操作によって、回路 1 3 0 から出力されるパルス幅を大きくする（デューティ比を大きくする）と、トランジスタ 3 1、3 2 間と発光デバイス 2 0 の一方の端子間を結ぶ配線 2 2 0

10

20

30

40

50

(発光デバイス20の他方の端子は配線200に接続(接地)されている)に流れるパルス状の電流のパルス幅が、図3(c)に示したように、正負の双方において増大するので、正負の両極性における平均電流値が増大し、発光デバイス20の総発光量が増大する。よって、発光デバイス20による輝度(発光量)を調整できる。

#### 【0048】

第1実施形態の構成によれば、自励発振周波数で交流の駆動電流をLED発光デバイス20に供給できるので、LEDの点滅を人が認識できない程度に周波数を設定することでフリッカー(LEDの発光のちらつき)の発生を抑えることができる利点がある。なお、LED発光デバイス20の駆動回路(第1実施形態では駆動回路120)は、少なくとも1つのプッシュプル駆動回路で構成可能である。例えば、図1に示した第3実施形態の構成において、駆動回路120及びパルス幅調整回路130に代えて、H型フルブリッジと呼ばれる4つの半導体スイッチ(トランジスタ)及び制御回路を有する公知の回路チップ(H型フルブリッジ駆動回路:例えば、東芝社製のTA8428K(S))を用いて、コンパレータ102からの出力に基づく発光デバイス20の駆動制御が行われるようにすることができる。

#### 【0049】

なお、第1実施形態の入力端子10Aは、図示しないプラグによって商用電源から電力を受電しても良く、入力端子10Aが屋内の商用電源の固定配線と結線されて受電されるようにしても良い。

#### 【0050】

##### 〔第2実施形態〕

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、発光デバイス20の駆動制御をマイクロコンピュータ(マイコン)を用いて実施する例について説明する。図4は、第2実施形態のLED照明システムの構成例を示す図である。図4において、LED照明システムは、調光装置Bと、第1実施形態で説明したLED照明装置(発光デバイス)20とを備える。調光装置Bは、商用交流電源(例えば、50Hz、100V)と接続される交流電源の入力端子10Aと、直流生成部としての、2電圧直流電源回路140(以下、電源回路140と表記)と、主電源スイッチ141と、H型フルブリッジ駆動回路150(以下、駆動回路150と表記)と、第1及び第2制御部としてのメモリ内蔵形マイクロプロセッサ180(以下、マイコン180と表記)と、第1及び第2操作部としてのX-Yマトリクス形押しボタンスイッチ185(以下、XYスイッチ185と表記)とを備える。駆動回路150は、4つのスイッチング素子(半導体スイッチ)と制御回路151を含む。駆動回路150としては、例えば、東芝社製のTA8428K(S)を適用することができる。本実施形態では、スイッチング素子として、トランジスタTR1~TR4が適用されているが、トランジスタの代わりにFETが用いられていても良い。

#### 【0051】

上記した調光回路Bの構成要素は、図示していない縦横10cm程度の絶縁型ケースに収められ、発光デバイス20の調光装置B(点灯制御装置)を構成する。絶縁型ケースの一面には、XYスイッチ185が外部から操作可能に設けられる。絶縁型ケースは、例えば、上記一面の裏面を建築物の壁面に設置、或いは、上記一面が外部に露出する状態で一部が建築物の壁中に埋め込まれる状態で設置される。入力端子10Aは、絶縁型ケースに設けられた雌形コネクタであっても良く、入力端子10Aとして、電源ケーブル及びプラグを含むものであっても良い。また、設置場所は建築物の壁面に限られない。

#### 【0052】

発光デバイス20は、第1実施形態で説明したものと同一ものである。発光デバイス20は、多くの場合室内の天井に固定される。発光デバイス20が有する二つの端子23A及び23Bは、配線221及び222を介して調光装置Bに接続されるが、この限りではない。

#### 【0053】

電源回路140と制御回路151の電源端子とを結ぶ配線201Aには、約24Vの正

の直流電圧が供給され、電源回路 140 とマイコン 180 の電源端子とを結ぶ配線 202 A には、3.3V の正の直流電圧が供給される。そして、電源回路 140、マイコン 180、制御回路 151 は、配線 200 A を共通アース電位として接続されている。配線 201 A は、発光デバイス 20 を点灯するための電力を供給し、配線 202 A はマイコン 180 の駆動電力を供給する。

#### 【0054】

XY スイッチ 185 は、複数の X 線及び Y 線の交差点 9 箇所のうちどれか一箇所が押し下げられると、X 線及び Y 線の双方が接地端子 G に短絡する回路構造を有しており、いずれの交差点も押し下げられて無いときには、マイコン 180 の入力端子と結ばれる配線 b0 ~ b5 が約 3.3V に保たれる回路構造を有する。

#### 【0055】

マイコン 180 は、マスター・クロックが発振子 181 からの 4MHz で動作する程度のメモリ内蔵型の廉価なマイクロプロセッサ (MP) を適用することができる。入力端子として、電源リセット端子 res のほかに 6 本の入力端子 b0 ~ b5 を有している。また、マイコン 180 は、各々 4 ビット幅の「set N + レジスタ」と、「set N - レジスタ」とを備えており、出力端子から set N + レジスタの値と set N - レジスタの値を次段のタイマ 186 にセット可能となっている。

#### 【0056】

タイマ 186 は、タイマ及びカウンタであって、所定の自励発振周波数 (本実施形態では、1MHz) のセラミック発振子 187 で駆動され、出力端子と制御回路 151 の入力端子とを結ぶ配線 241 及び 242 からは、図 5A (b) 及び (c) に図示した相補的バースト・パルスを、予め設定されたタイミングで、自励出力する。この相補的バースト・パルスはパルス周波数が 10kHz、バースト繰り返し周波数 (図 5A (a)) が約 500Hz となるように、予め周波数設定がタイマ 186 に対して行われている。但し、パルス周波数及びバースト繰り返し周波数は例示であり、適宜の値を設定可能である。

#### 【0057】

タイマ 186 にセットされる set N + レジスタのレジスタ値は、正の半サイクルで供給されるバースト・パルスの数を制御するために使用される。すなわち、set N + レジスタのレジスタ値が大きい程、正の半サイクルで供給されるバースト・パルスの数は増加する。一方、タイマ 186 にセットされる set N - レジスタのレジスタ値は、負の半サイクルで供給されるバースト・パルスの数を制御するために使用される。すなわち、set N - レジスタのレジスタ値が大きい程、負の半サイクルで供給されるバースト・パルスの数は増加する。なお、タイマ 186 にセットされたカウンタを調整することで、正負の各半サイクルにおけるバースト・パルスの発生期間 (T1, T2) を変更することができる。

#### 【0058】

また、図 4 において、制御回路 150 と発光デバイス 20 とを結ぶ配線 221 と配線 222 との間には、極性変換スイッチ 290 が設けられている。第 2 実施形態の構成では、配線 222 と端子 23A を接続し、配線 221 と端子 23B とを接続するのが好ましい接続である。極性変換スイッチ 290 は、配線 222 及び 221 と、発光デバイス 20 の端子 23A、23B とが逆に接続された場合に、手動で切替操作を行うことにより、実質的に配線 222 と端子 23A が接続され、且つ配線 221 と端子 23B とが接続された状態とするものである。極性交換スイッチ 290 の操作によって極性が交換されると、発光デバイス 20 に対して配線 222 から駆動電流が供給される状態から配線 221 から駆動電流が供給される状態に切り替わる。

#### 【0059】

以下、調光装置 B の各部の動作を説明する。最初に、入力端子 10A が商用電源 100V に接続された後、主電源スイッチ 141 が閉じられる。主電源スイッチ 141 が閉じられると、電源回路 140 による整流及び電圧変換動作が行われ、マイコン 180 に駆動電力 (DC 3.3V) が供給される。さらに、リセット端子 res が抵抗器 R 及びキャパシ

10

20

30

40

50

タ C の時定数により約 50 msec 遅れて高電位（以下「H」と表記）になり、マイコン 180 としての動作を開始する。

【0060】

なお、図 4 に示すように、主電源スイッチ 141 は XY スイッチ 185 の中央部に設置することができる。但し、主電源スイッチ 141 は、XY スイッチ 185 のボタン操作には応答しない通常の主電源スイッチである。

【0061】

マイコン 180 は、公知の方法で初期化動作を開始し、図示しない内蔵 ROM (Read Only Memory) に記録された動作プログラムを図示しない RAM (Random Access Memory) にロードし、プログラムに従った動作をプログラムの先頭から順次開始する。

10

【0062】

図 5 B のフローチャートに示すように、初期化動作後のマイコン 180 のプログラム動作においては、最初に、発光デバイス 20 を予め定めた標準点灯状態にするための点灯初期化動作を行う（ステップ S01）。この結果、配線 242 及び 241 から、図 5 A の (b), (c) に示す波形の電圧（パルス）が駆動回路 150 に夫々供給される。

【0063】

すなわち、バースト繰り返し周波数  $T_0$  (500 Hz) における前半の半サイクル中の期間  $T_1$  において、配線 242 からバースト・パルスが制御回路 151 に供給されるとともに、後半の半サイクル中の期間  $T_2$  において、配線 241 からバースト・パルスが制御回路 151 に供給される。

20

【0064】

制御回路 151 は、配線 242, 241 からのバースト・パルス供給を受けて、当該バースト・パルスに応じたトランジスタ  $TR_1 \sim TR_4$  のオン/オフ動作（スイッチング動作）を制御する。すなわち、制御回路 151 は、配線 241 及び 242 からのパルス入力がない場合には、トランジスタ  $TR_1 \sim TR_4$  をオフにする。一方、制御回路 151 は、配線 242 からのパルスの入力時には、トランジスタ  $TR_1$  及び  $TR_4$  をオンにする一方で、トランジスタ  $TR_2$  及び  $TR_3$  をオフにする。これによって、電源回路 140 からの直流電流がトランジスタ  $TR_1$  を通って配線 222 に流れ、LED 群 22A の点灯に消費される。その後、電流は配線 221、トランジスタ  $TR_4$  を通って接地される。

【0065】

30

これに対し、制御回路 151 は、配線 241 からの負のパルスの入力時には、トランジスタ  $TR_3$  及び  $TR_2$  をオンにする一方で、トランジスタ  $TR_1$  及び  $TR_4$  をオフにする。これによって、電源回路 140 からの直流電流がトランジスタ  $TR_3$  を通って配線 221 に流れ、LED 群 22B の点灯に消費される。その後、電流は配線 222, トランジスタ  $TR_2$  を通って接地される。

【0066】

従って、配線 222（端子 23A）から見て、正のパルス群（正の駆動電流）と負のパルス群（負の駆動電流）とが交互に供給される。言い換えれば、LED 群 22A, 22B に対し、極性の異なる交流電流が駆動電流として供給される。具体的には、期間  $T_1$ （図 5 A (a)）において、配線 242 から制御回路 151 へバースト・パルス群（図 5 A (b)）が供給されることによって、配線 222 に対し、正のバースト・パルス状の電流が供給される。一方、期間  $T_2$ （図 5 A (a)）に配線 241 から制御回路 151 へバースト・パルス群（図 5 A (c)）が供給されることによって、配線 222 に対し、負のバースト・パルス状の電流が供給される（図 5 A (d) 参照）。したがって、配線 222 に供給される正負のバースト・パルス状の電流（すなわち、発光デバイス 20 に対する駆動電流）の波形は、配線 242, 241 を介して供給される正負のバースト・パルス（すなわち、駆動回路 150 の制御信号）の波形と同形となる。「同形の波形」は、パルスの相対的なオン及びオフのタイミングがほぼ同一である波形を意味し、パルスの高さが同一である場合と異なる場合との双方を含む。

40

【0067】

50

この結果、LED群22Aは、配線222からの正の駆動電流で点灯する一方で、LED群22Bは、配線222からの負の駆動電流で点灯する。この時点で、配線222及び配線221に供給されるバースト・パルスの数（平均電流）は等しいため、LED群22A及びLED群22Bは、同程度（略均等）に夫々点灯して、中庸の色温度の白色状態を維持する。

#### 【0068】

上述したように、タイマ186に対する事前の周波数設定により、1サイクルT0は、2ms（500Hz）で、1サイクルの前半及び後半におけるバースト・パルスの出力期間T1及びT2の夫々は500μsに設定されている。従って、図5A（a）に示す1サイクルの包絡波形は500Hzの矩形交流である。したがって、配線222を介して発光デバイス20に流れる実電流波形は、パルス幅50μs（t1）の正バーストと同幅の負バーストの交互の繰り返しとなる（図5A（d）参照）。この時点までの動作は、主電源スイッチ141を閉じるだけで進行する。

#### 【0069】

なお、図5A（d）においてはパルス幅50μsのパルスの表現が困難なため、実際より太いパルス幅で模式的に図示してある。以上で、図5BのステップS01の動作が終了する。

#### 【0070】

この後、マイコン180は、XYスイッチ185の接点スキャン動作を開始し、押下が検知されるまで待機状態を継続する（図5B，ステップS02、S03のループ）。

#### 【0071】

なお、図5Bには示していないが、待機状態において、図示しない待ちタイマのカウントを開始し、待ちタイマがタイムアウトになるまでの間、押し下げが検知されない場合（ユーザによる調光操作が無い場合）には、主電源スイッチ141が切断（開放）される。これによって、発光デバイス20が消灯状態にもどる。

#### 【0072】

ユーザによる調光操作、すなわちXYスイッチ185に対する押しボタン操作が行われると、マイコン180は、XYスイッチ185が備える“U（UP）”ボタン、“D（DOWN）”ボタン、“L（LOW）”ボタン、“H（HIGH）”ボタンのいずれが押されたかを、配線b0～b5のオン/オフ（1/0）パターンに基づき判定し（ステップS04）、各ボタンが押された場合の動作に移行する。

#### 【0073】

すなわち、Uボタンが押された場合には、輝度（発光量）上昇処理（ステップS05）が実行され、Dボタンが押された場合には、輝度（発光量）低下処理（ステップS06）が実行される。Lボタンが押された場合には、色度（本実施形態では色温度）上昇処理（ステップS07）が実行され、Hボタンが押された場合には、色度（本実施形態では色温度）低下処理（ステップS08）が実行される。ステップS05～S08の処理の詳細は後述する。ステップS05～S08のいずれかの処理が実行されると、マイコン180は、有する「setN+レジスタ」及び「setN-レジスタ」の値が変化する。マイコン180は、ステップS05～S08のいずれかが終了すると、「setN+レジスタ」及び「setN-レジスタ」の値をタイマ186にセットし（ステップS09）、処理をステップS02へ戻して、接点スキャン処理を再開する。

#### 【0074】

以下、ステップS05～S08の処理の詳細を個別に説明する。最初に、発光デバイス20の輝度（発光量）の増減を意図したユーザ（操作者）の操作に対する動作を説明する。例えば、操作者がUボタンを押下すると、マイコン180は、Uボタンの押し下げを検知し、ステップS05の処理、すなわち、図6Bに示す輝度上昇処理のフローに従った処理を行う。

#### 【0075】

図6Bにおいて、最初に、マイコン180は、操作者にボタン押下の検知を報知するた

10

20

30

40

50

め、図示しない電子音発生器を駆動して、検知音（例えば「ピッ」音）を発生させる（ステップS051）。また、調光装置Bが押し下げ検知報知用のLED灯を備え、検知音の出力とともに、又は検知音に代えて、LED灯が所定時間点灯するようにしても良い。

#### 【0076】

次に、マイコン180は、自身に内蔵されているsetN+レジスタ（図示せず）及びsetN-レジスタ（図示せず）の値Nを参照し、値Nが所定の上限値以上か否かを判定する（ステップS052）。このとき、値Nが上限値以上である場合（S052, NO）には、ユーザが繰り返し輝度を上昇させてLED素子の性能で定まる最高輝度を超えてボタンを押し続けたものとして、エラー処理ルーチン（ステップS055）に飛び、操作エラーであることが報知される。

10

#### 【0077】

これに対し、値Nが上限値より小さい（S052, YES）場合には、マイコン180は、配線183に対する出力ポートを駆動し、タイマ186に内蔵されているsetN+レジスタに対し、例えば、値“100（10進数の4）”を書き込む（ステップS053）。この書込前に、setN+レジスタは、初期化動作（ステップS01）で当該レジスタに書き込まれた初期値“011（10進数の3）”を保持しており、ステップS053の処理によってsetN+レジスタの値が増加する。

#### 【0078】

次に、マイコン180は、配線184に対する出力ポートを駆動し、タイマ186に内蔵されているsetN-レジスタにも、setN+レジスタの増加値と同一の値“100”を書き込む（ステップS054）。この書込前に、setN-レジスタは、初期化動作で初期値“011”を保持しており、当該ステップS054の書込によって、setN-レジスタの値が増加する。その後、処理がステップS09に戻る。

20

#### 【0079】

ステップS053, S054の処理により、タイマ（カウンタ）186のout+線（配線242）には、図6A（d）に示すように、例えば、1サイクルの前半の所定期間T1に4個のパルスが出力され、タイマ（カウンタ）186のout-線（配線241）には、図6A（e）に示すように、例えば1サイクルの後半の所定期間T2に4個のパルスが出力される。この結果、制御回路150で駆動される発光デバイス20には、配線222を介して図6A（f）に示すような、初期値に比べて3分の4倍、すなわち33%多いパルス電流が供給され、発光デバイス20からの輝度（発光量）が略33%増加する。

30

#### 【0080】

このあと、もう一度輝度の上昇をユーザが意図してUボタンを押下すると、上述した処理及び動作が繰り返し行われ、発光デバイス20の輝度（発光量）は初期値に比べて3分の5倍、すなわち66%の輝度向上を得る。このようにして、輝度を増加させる処理が行われる。

#### 【0081】

輝度（発光量）の低減も、輝度増加とほぼ同様の手順で行われる。すなわち、輝度低減ボタンであるDボタンが押されると、ステップS04（図5B）からステップS06の処理として、図6Cに示されるS061～S064の輝度低下処理が行われる。ステップS061～S064の処理は、ステップS062で、レジスタの値Nが所定の下限値以下である場合に、エラー処理（ステップS065）が行われること、ステップS063, S064でレジスタ値の低減が行われることを除き、図6Bに示した処理と同様である。レジスタ値は、Dボタンが1回押されるごとに、二進数で“001”だけ低減される。

40

#### 【0082】

従って、初期化動作（ステップS01）の直後にDボタンが1回押し下げられた場合には初期値の3分の2、すなわち33%の総光量（輝度）低下がなされ、2回押し下げられた場合には、初期値の3分の1、すなわち66%の総光量低減を得る。但し、一回のUボタン又はDボタンの押し下げによって輝度（発光量）が増減する割合は適宜設定可能である。

50



## 【 0 0 8 3 】

以上は輝度（発光量）増減の説明であった。次に色度変更の手順を説明する。第2実施形態では、発光デバイス20は、色温度が2500°K（Kはケルビン温度）の低いLED群22Aと色温度が6000°Kの高いLED群22Bとからなる。従って、LED22Aに流れる駆動電流を増加し、LED22Bに流れる駆動電流を減少すれば、発光デバイス20全体の色温度を低下させることができる。

## 【 0 0 8 4 】

色温度を下げる場合には、ユーザ（操作者）は、XYスイッチ185のLボタンを押す。すると、マイコン180によるステップS04の判定処理を経て、ステップS07の色温度低下処理（図7B）が実行される。

10

## 【 0 0 8 5 】

図7Bに示すように、処理が開始されると、操作音発生処理が行われ（ステップS071）、次に、マイコン180は、setN+レジスタの値が上限値未満か否かを判定する（ステップS072）。setN+レジスタのレジスタ値が上限値以上であれば（S072, NO）、エラー処理が行われる（ステップS075）。

## 【 0 0 8 6 】

これに対し、レジスタ値が上限値未満であれば（S072, YES）、マイコン180は、setN+レジスタに所定値（例えば、2進数“001”）を加算する（ステップS073）。一方、マイコン180は、setN-レジスタから所定値（例えば、2進数“001”）を減算する（ステップS074）。その後、処理がステップS09へ戻る。

20

## 【 0 0 8 7 】

ステップS073及びステップS074によって、図7A（d）に示すように、配線242へ出力されるパルス数が増加する一方で、図7A（e）に示すように、配線241へ出力されるパルス数が減少する。

## 【 0 0 8 8 】

そして、図7A（f）に示すように、配線222を介して発光デバイス20のLED群22Aへ供給される正電流の平均値が増加する一方で、LED群22Bへ供給される負電流の平均値が減少する。この結果、色温度の低いLED群22Aからの輝度（発光量）が増加し、色温度の高いLED群22Bからの輝度（発光量）が減少するので、全体としては色温度が低下して赤みがかった白色となる。

30

## 【 0 0 8 9 】

これに対し、色温度を上げる場合には、ユーザ（操作者）は、XYスイッチ185のHボタンを押す。すると、マイコン180によるステップS04の判定処理を経て、ステップS08の色温度上昇処理（図7C）が実行される。

## 【 0 0 9 0 】

図7Cに示すように、処理が開始されると、操作音発生処理が行われる（ステップS081）。次に、マイコン180は、setN-レジスタの値が上限値未満か否かを判定する（ステップS082）。setN-レジスタのレジスタ値が上限値以上であれば（S082, NO）、エラー処理が行われる（ステップS085）。

## 【 0 0 9 1 】

これに対し、レジスタ値が上限値未満である場合には（S082, YES）、マイコン180は、setN+レジスタから所定値（例えば、2進数“001”）を減算する（ステップS083）。一方、マイコン180は、setN-レジスタに所定値（例えば、2進数“001”）を加算する（ステップS084）。その後、処理がステップS09へ戻る。

40

## 【 0 0 9 2 】

ステップS083及びステップS084によって、配線242へ出力されるパルス数が減少する一方で、配線241へ出力されるパルス数が増加する。これによって、配線222を介して発光デバイス20のLED群22Aへ供給される正電流の平均値が減少する一方で、LED群22Bへ供給される負電流の平均値が増加する。この結果、色温度の低い

50

ＬＥＤ群２２Ａからの輝度（発光量）が減少し、色温度の高いＬＥＤ群２２Ｂからの輝度（発光量）が増加するので、全体としては色温度が上昇して青みがかった白色となる。

【００９３】

第２実施形態によれば、マイコン１８０を用いて発光デバイス２０の輝度（発光量）及び色度（色温度）を変更することができる。

【００９４】

〔第３実施形態〕

次に、第３実施形態について説明する。第３実施形態は第２実施形態の変形例に相当するので、第２実施形態との相違点について説明し、共通点については説明を省略する。

【００９５】

図４に示したタイマ１８６は、操作者がボタンを押し続けたときに操作者の意図に反して押しボタン回数が急激に増加するのを防止するとともに、チャタリングなどのメカニカルなエラーも防止する機能を実現する、公知のものである。

【００９６】

図４に示した回路構成では、配線２２２と２２１とのどちらに発光デバイス２０の正極端子（端子２３Ａ）及び負極端子（端子２３Ｂ）が接続されるかが不確定なので、制御装置出力線である配線２２２及び２２１の極性を交換する極性交換スイッチ２９０が付加されている。

【００９７】

第３実施形態は、極性交換スイッチ２９０をコンピュータ（例えばマイコン）によるプログラム実行により実現する例を示す。図８は、第３実施形態に係るフローチャートである。

【００９８】

図８において、ブロック５１０で囲まれたフロー処理は、図５Ｂで示した点灯制御プログラムであり、ブロック５２０で囲まれたフロー処理は、第３実施形態に係る出力極性交換プログラムである。出力極性交換プログラムの実行に当たり、マイコン１８０は、以下のように動作する。

【００９９】

ステップＳ５２１における、「＝前回ボタン？」ルーチンにおいて、マイコン１８０は、図示しない「前回ボタン種別記憶レジスタ」との比較を行う。ここに、前回ボタン種別記憶レジスタは、マイコン１８０に備えられており、ユーザ（操作者）が最後に押したボタンの種別を示すコードが格納されている。

【０１００】

マイコン１８０は、前回ボタン種別記憶レジスタで示されるボタン種別と、今回押し下げられたボタンとが同一ボタンが同一でなかった場合には、前回ボタン種別記憶レジスタに、今回押し下げられたボタンの種別を示すコードを格納した後、処理をステップＳ０２に戻す。これに対し、前回ボタン種別記憶レジスタで示されるボタン種別と今回押し下げられたボタン種別とが同一である場合には（Ｓ５２１，ＹＥＳ）、図示しないカウンタの値Ｎ１に１を加算する（ステップＳ５２２）。

【０１０１】

同一のボタンが押し続けられるたびに、カウンタの値は上昇し、最終的に所定の値に達する。第５実施形態の例では、操作者が同一のボタンを約５秒以上押し続けると、カウンタの値Ｎ１が所定値“５０”を越えると、処理がステップＳ５２４に進む。

【０１０２】

ステップＳ５２４では、マイコン１８０は、マイコン１８０内部に設置されている「set N + レジスタ」の出力端子（out +）と「set N - レジスタ」の出力端子（out -）とを入れ替える。これによって、配線２４２へset N - レジスタの値に基づくバースト・パルスが出力され、配線２４１へset N + レジスタの値に基づくバースト・パルスが出力される。これによって、配線２２２には、正負が逆になった交流電流が供給される状態になる。ここで、発光デバイス２０が逆方向に接続、すなわち、配線２２２と端

10

20

30

40

50

子 2 3 B とが接続され、配線 2 2 1 と端子 2 3 A とが接続されているならば、配線 2 2 2 に正の駆動電流が供給されているときに L E D 群 2 2 B が点灯し、負の駆動電流が供給されているときに L E D 群 2 2 A が点灯することになる。但し、上述したように、レジスタ値と L E D 群との対応関係は、正常接続と同じであるため、発光デバイス 2 0 は、逆接続であっても、正常接続と同様の点灯動作を行うことになる。従って、第 3 実施形態では、極性交換スイッチ 2 9 0 を省略することができる。

#### 【 0 1 0 3 】

第 3 実施形態によれば、上記した出力極性交換機能によって、設置工事担当者は、点灯の結果をみて調色の方向(色度(色温度)の増減)が調光・調色装置の表示に一致するように、X Y スイッチ 1 8 5 を操作して、実質的に配線 2 2 2 及び 2 2 1 と端子 2 3 A 及び 2 3 B とが正常に接続された状態に切り替えることができる。

10

#### 【 0 1 0 4 】

##### 〔 第 4 実施形態 〕

次に、第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態は、第 2 及び第 3 実施形態と共通点を有するので、第 2 実施形態との相違点について説明し、共通点については説明を省略する。

#### 【 0 1 0 5 】

発光デバイス 2 0 は多くの場合、等価抵抗値の温度係数が負であり、設置場所の温度が上昇すると等価抵抗値が下がり電流値が上昇し更にデバイス温度が増加するという、自己破壊ループに陥る虞がある。これを確実に防止するには駆動回路に帰還ループを設けることが効果的であることが知られている。第 4 実施形態は、第 2 実施形態の構成に帰還ループを付加したものである。

20

#### 【 0 1 0 6 】

図 9 は、第 4 実施形態に係る調光装置の回路構成例を示し、図 1 0 A 及び図 1 0 B は、第 4 実施形態におけるマイコンの処理を示すフローチャートである。図 9 において、図 4 に示した入力端子 1 0 A , 主電源スイッチ 1 4 1 , 電源回路 1 4 0 , 及び X Y スイッチ 1 8 5 の図示は省略されている。

#### 【 0 1 0 7 】

図 9 において、調光装置(点灯制御回路) B 1 は、定電流ドライブを実現するためのドライブ電流検出回路 1 6 0 を有し、ドライブ電流検出回路 1 6 0 は、抵抗器 1 6 5 と、各々光学的に独立したフォトカプラ 1 6 1 , 1 6 2 と、抵抗器とコンデンサ(キャパシタ)を夫々含む積分回路 1 6 3 , 1 6 4 を含んでいる。

30

#### 【 0 1 0 8 】

抵抗器 1 6 5 は、例えば 5 程度の抵抗値を有し、発光デバイス 2 0 の電流値 0 . 1 ~ 1 . 0 A に比例した電圧 0 . 5 ~ 5 . 0 V を発生させる。フォトカプラ 1 6 1 , 1 6 2 は、抵抗器 1 6 5 に並列接続されている。各フォトカプラ 1 6 1 , 1 6 2 の入力側にはダイオードが設けられているので、各々の順方向時のみ組み合わせトランジスタを導通させる。

#### 【 0 1 0 9 】

したがって、L E D 群 2 2 A を駆動するための正の電流が配線 2 2 2 を流れる場合にフォトカプラ 1 6 1 が導通し、逆接続である L E D 群 2 2 B を駆動するための負の電流が配線 2 2 2 を流れるときのみフォトカプラ 1 6 2 が導通する。フォトカプラ 1 6 1 , 1 6 2 の導通は、積分回路 1 6 3 と積分回路 1 6 4 を独立に充電し、その結果として配線 3 1 2 には正の電流の平均値に比例した電圧が観測され、配線 3 2 2 には負の電流の平均値に比例した電圧が観測される。

40

#### 【 0 1 1 0 】

観測される電圧は、主として制御出力線としての配線 2 2 2 に流れるパルス電流の平均値に比例するが、同時に温度変化などで生じる直流成分の変動にも感応する。このアナログ値は、独立な配線 3 1 2 及び 3 2 2 を介してマイコン(M P ) 1 8 6 A に導かれる。マイコン 1 8 6 A は、第 2 実施形態で説明したタイマ 1 8 6 の機能に加え、さらに以下の構

50

成及び機能を備えている。

【0111】

マイコン186Aでは、図示しない内部のアナログ/ディジタル変換器により、アナログ値が4ビットで16値のディジタル数値表現に変換され、図示しない内部レジスタに記憶される。内部レジスタに格納される配線312, 配線322からの各電圧値(ディジタル値)は、setN+レジスタ, setN-レジスタと同一の表現形式を有し、各setNレジスタで示される値は、配線222を介して各LED群22A, 22Bに供給される駆動電流に応じた電圧値を示す。

【0112】

その後、図10A及び図10Bに示すような、マイコン186Aによるプログラム実行に応じた動作が行われる。図10Aにおいて、ブロック530で囲まれたフロー処理は、定電流駆動ルーチンであって、正電流フィードバック・ルーチンS531と負電流フィードバック・ルーチンS532とからなる。定電流駆動ルーチン530は、接点スキャン動作(ステップS02)において、XYスイッチ185のボタンが押されていない場合(S03, NO)に開始される。

10

【0113】

定電流駆動ルーチン530の正電流フィードバック・ルーチンS531では、図10Bに示すように、マイコン186Aは、配線312から入力される電圧値を読み取り(ステップS5311)、A/D変換して得られた値n+を一時レジスタ(内部レジスタ)に保存する(ステップS5312)。次に、マイコン186Aは、setN+レジスタに保持されているレジスタ値N+を読みだし(ステップS5313)、レジスタ値N+と内部レジスタ値n+と比較し(ステップS5314)、同一ならばステップS5315をスキップしてステップS5321へ進み、異なればsetN+レジスタの値を内部レジスタ値n+で上書きして(ステップS5315)、正電流フィードバック・ルーチンS531を終了する。

20

【0114】

負電流フィードバック・ルーチンS532でも同様の処理が行われる。図10Bに示すように、ルーチンS532では、ルーチンS531と同様の処理が行われる。すなわち、マイコン186Aは、配線322の電圧値n-を読み取り(ステップS5321)、A/D変換して得られた値n-を一時レジスタ(内部レジスタ)に保存する(ステップS5322)。次に、マイコン186Aは、setN-レジスタに保持されているレジスタ値N-を読み出し(ステップS5323)、これを内部レジスタ値n-と比較し(ステップS5324)、同一ならばステップS5325をスキップ、異なればsetN-レジスタを内部レジスタ値n-で上書きして(ステップS5325)、負電流フィードバック・ルーチンS532を完了する。各ルーチンS531及びS532が完了すると、XYスイッチ185の状態をスキャンする待機状態(ステップS02)に帰着する。

30

【0115】

以上の第1~第4実施形態によれば、発光デバイス20がLED電球であるかLED発光モジュールであるかに拘わらず、発光デバイス器具として組み立てられているか電球として構成されているかにかかわらず、発光デバイス20が有する二つの端子23A, 23Bと接続することができ、発光デバイス20が有する極性の異なるLED群22A, 22Bに対する駆動電流供給の制御を以て、発光デバイス20の輝度(発光量)の調整(調光)及び色度(色相、色温度)の調整(調色)を実施することができる。

40

【0116】

このことは、建築物に既設の配線を利用して、発光デバイス20の調光及び調色を実現できる利点を有する。また、新築の建築物に発光デバイス20を設置して調光及び調色機能を実現するに当たっても、3線、4線のような特殊配線が不要である利点も有する。

【0117】

また、卓上用照明機器のように、発光デバイス20の調光・調色制御手段を電源コードの途中に挿入する「中間スイッチ」のような形態で実現することを可能とする利点がある

50

。

#### 【0118】

もっとも有用な利用形態における利点は、既存の建築物において複数の電球ソケットが並列接続で天井に設置され、点滅スイッチが壁埋め込み形で設置され、かつ点滅スイッチボックスまで商用交流電源が供給されている場合において発揮される。

#### 【0119】

この場合には、白熱電球を、本実施形態で説明したような２種類の色温度でそれぞれ発光する発光デバイス２０に交換し、点滅スイッチを本実施形態で説明したような調光・調色装置に交換するだけで、配線の変更を要することなく、調光・調色機能を実現できる。

#### 【0120】

##### 〔第５実施形態〕

次に、本発明の第５実施形態に係るＬＥＤ照明システムについて説明する。建築物に施された配線状態によっては、調光装置の設置位置に電源（商用電源）から一対の引き込み線が引き込まれており、さらに、調光装置の設置位置とＬＥＤ照明装置の設置位置との間に、二本一対の給電線が予め敷設されている場合がある。このような場合には、調光装置に搭載した制御回路で調整した駆動電流をＬＥＤ照明装置に供給することができる。

第５実施形態は、上記のような調光装置に電源からの二本一対の給電線が接続され、調光装置とＬＥＤ照明装置とが二本一対の給電線（駆動電流供給線）で接続される配線構造を適用可能な場合における調光装置及びＬＥＤ照明装置を含むＬＥＤ照明システムについて説明する。

#### 【0121】

図１１は、第５実施形態におけるＬＥＤ照明システムの回路構成の概略を示す図であり、図１２は、図１１に示した制御回路の構成例を示す図である。図１１は、ＬＥＤ照明システムの回路構成の概略を示している。

#### 【0122】

図１１には、二点鎖線で表された仮想線４０３を境界として電気配線設置空間（仮想線４０３の上側）と、電気配線が接続される調光装置（調光ボックス）４１０及びＬＥＤ照明装置（発光デバイス）２０が配置される、ＬＥＤ照明システムの設置空間（仮想線４０３の下側）とが図示されている。

#### 【0123】

電気配線設置空間は、通常、壁内や天井裏に設けられ、壁や天井によって照明システム設置空間と隔絶される。図１１に示す例では、電気配線設置空間には、商用電源（例えば、交流１００Ｖ，５０Ｈｚ）が供給される一対の商用電源母線４００と、一対の照明装置用給電線４０１（４０１ａ，４０１ｂ）と、商用電源母線４００から引き出された一対の照明装置点滅用の引き込み線４０２とが配線されている。

#### 【0124】

引き込み線４０２には、調光装置（調光ボックス）４１０が有する入力側の一対の端子Ｔ１，Ｔ２と接続される。調光装置４１０は、出力側の一対の端子Ｔ３，Ｔ４を有しており、端子Ｔ３，Ｔ４は、照明装置用給電線４０１（４０１ａ，４１０ｂ）と接続される。一方、照明装置用給電線４０１には、一対の端子２３Ａ，２３Ｂを有するＬＥＤ照明装置（発光デバイス）２０が接続される。ＬＥＤ照明装置２０は、第１実施形態で説明したＬＥＤ照明装置と同様の、逆並列接続されたＬＥＤ群２２Ａ及びＬＥＤ群２２Ｂを備えている。但し、第５実施形態では、ＬＥＤ群２２Ａが発する白色光のケルビン温度がＬＥＤ群２２Ｂが発するケルビン温度より高い。

#### 【0125】

調光装置４１０は、端子Ｔ１，Ｔ２から供給される、商用電源からの交流電圧を受電することができる。このため、調光装置４１０は、直流生成部として機能する、全波整流形の直流電源供給回路（電源回路）４１２を含んでいる。電源回路４１２により、負荷の導通状態に関わらず、安定した直流電源を提供することができる。

#### 【0126】

10

20

30

40

50

電源回路 4 1 2 は、直流電源供給線 4 1 4 , 4 1 5 を介して制御回路 4 1 3 に接続されている。商用交流電源が実行値 1 0 0 V である場合には、電源回路 4 1 2 は、給電線 4 1 4 , 4 1 5 を介し、無負荷時に略 1 4 0 V の直流電圧を供給する直流電源となる。

【 0 1 2 7 】

図 1 2 において、制御回路 4 1 3 は、操作部 4 1 6 に接続された操作量検出部 4 1 7 と、第 1 及び第 2 制御部として機能する制御装置 4 2 0 と、駆動装置 4 3 0 とを備えている。駆動装置 4 3 0 は、駆動論理回路（制御回路） 4 3 1 と、H 型ブリッジ回路である駆動回路 4 3 2 とを含む。駆動回路 4 3 2 の出力端子は、端子 T 3 , T 4 に接続され、給電線 4 1 0 を介して L E D 照明装置 2 0 に接続されている。L E D 照明装置 2 0 は、L E D モジュール 2 2 C を含んでおり、L E D モジュール 2 2 C は、端子 2 3 A , 2 3 B 間において極性を逆にして並列接続された L E D 群 2 2 A 及び L E D 群 2 2 B を含んでいる（図 1 1 参照）。

10

【 0 1 2 8 】

操作部 4 1 6 は、L E D 照明装置 2 0 が発する光の輝度（発光量）の調整（調光）と色度（色相、色温度）の調整（調色）を実施するための操作デバイスである。操作部 4 1 6 は、調光用の操作ダイヤル 4 1 6 A と、調色用の操作ダイヤル 4 1 6 B とを含んでいる。ユーザが各ダイヤル 4 1 6 A , 4 1 6 B を回転させることにより、L E D 照明装置 2 0 の輝度（発光量）及び色度（色相、色温度）を調整することができる。

【 0 1 2 9 】

操作量検出部 4 1 7 は、各操作ダイヤル 4 1 6 A , 4 1 6 B の操作量であるダイヤルの回転量（回転角度）に応じた信号を出力する信号生成器である。本実施形態では、操作量検出部 4 1 7 は、操作ダイヤル 4 1 6 A の回転量（回転角度）に応じて抵抗値が変動する可変抵抗器 4 1 7 A と、操作ダイヤル 4 1 6 B の回転量（回転角度）に応じて抵抗値が変動する可変抵抗器 4 1 7 B とを含んでいる。操作量検出部 4 1 7 には、電源回路 4 1 2 で商用交流電源から生成された所定の直流電圧（例えば、無負荷時で最大 5 V ）が配線 4 0 5 に印加される。操作量検出部 4 1 7 と制御装置 4 2 0 とを結ぶ配線（信号線） 4 1 8 には、可変抵抗器 4 1 7 A の抵抗値に応じた電圧（最大 5 V ）が発生する。一方、操作量検出部 4 1 7 と制御装置 4 2 0 とを結ぶ配線（信号線） 4 1 9 には、可変抵抗器 4 1 7 B の抵抗値に応じた電圧（最大 5 V ）が発生する。このように操作量検出部 4 1 7 は、操作ダイヤル 4 1 6 A , 4 1 6 B の各操作量に応じた信号電圧を発生する。

20

30

【 0 1 3 0 】

なお、操作ダイヤル 4 1 6 A , 4 1 6 B に代えて、スライドバーが適用可能である。スライドバーが適用される場合、回転量の代わりに移動量に応じた電圧（信号）が操作量検出部 4 1 7 で生成される。また、操作量検出部 4 1 7 は、可変抵抗値に応じた電圧を制御信号として出力するようにしている。これに代えて、操作ダイヤル 4 1 6 A , 4 1 6 B の回転量（回転角度）を検出するロータリーエンコーダが設けられ、ロータリーエンコーダの回転量を示すパルスが制御装置 4 2 0 に入力されるようにしても良い。この場合、後述する、電圧をデジタル値に変換するアナログ / デジタル変換器は省略可能である。

【 0 1 3 1 】

制御装置 4 2 0 は、アナログ / デジタル変換器（A / D 変換器）、マイクロコンピュータ（マイコン：MP）、レジスタ、タイマ、カウンタ等を組み合わせた制御回路である。マイコンは、例えば、マスター・クロックが図示しない水晶発振子からの動作周波数（例えば 4 M H z ）で動作するメモリ内蔵型マイクロプロセッサを適用することができる。

40

【 0 1 3 2 】

マイコンは、図示しない内蔵 R O M（Read Only Memory）に記録された動作プログラムを図示しない R A M（Random Access Memory）にロードし、プログラムに従った処理を実行する。

【 0 1 3 3 】

A / D 変換器は、信号線 4 1 8 に生じた電圧のデジタル値を出力し、デジタル値は図示しないレジスタにセットされる。また、A / D 変換器は、信号線 4 1 9 に生じた電圧

50

のデジタル値を出力し、デジタル値は図示しないレジスタにセットされる。

【0134】

制御装置420が備えるタイマ及びカウンタは、所望の自励発振周波数（例えば、1MHz）で発振するセラミック発振子421で駆動され、制御装置420と駆動論理回路431とを結ぶ配線424及び425から、相補的パルスを、予め設定されたタイミングで、自励出力する。この相補的パルスは、例えば、繰り返し周波数が所定の周波数となるように、予め設定されている。

【0135】

マイコンは、各レジスタにセットされたデジタル値（操作ダイヤル416A、416Bの操作量）に応じた制御パルス生成処理を行う。制御装置420は、繰り返し周波数 $f_0$ （本実施形態では50Hz）における各1サイクル（周期） $T_0$ （20ms）において、駆動装置430に対して信号線424、425を介して制御信号を供給する。本実施形態では、図13（a）に示すように、制御装置420は、1サイクル（周期 $T_0$ ）において、正の制御信号を供給する期間 $T_1$ に正のパルスを出力し、負の制御信号を供給する期間 $T_2$ に負のパルスを出力する。

【0136】

マイコンは、操作ダイヤル416Aの操作量の変動に応じて、1サイクルにおける正負のパルスのオン時間の比を変え、期間 $T_1$ と期間 $T_2$ とのそれぞれにおけるパルスのオン時間を増減することによって、輝度（発光量）を制御する。一方、マイコンは、操作ダイヤル416Bの操作量の変動に応じて、各期間 $T_1$ 、 $T_2$ の比を実質的に変更し、1サイクルにおける正のパルスのオン時間と負のパルスのオン時間との比を変更することによって、色度（本実施形態では色温度）を制御する。

【0137】

駆動論理回路431は、配線424、425から供給されるパルス（制御信号）に応じて、駆動回路432が備えるトランジスタ（スイッチング素子） $TR_1 \sim TR_4$ のオン/オフ動作（スイッチング動作）を制御する。すなわち、制御回路431は、配線424及び425からのパルス入力がない場合には、トランジスタ $TR_1 \sim TR_4$ をオフにする。一方、制御回路431は、配線424からの正のパルスが入力されている間、トランジスタ $TR_1$ 及び $TR_4$ をオンにする一方で、トランジスタ $TR_2$ 及び $TR_3$ をオフにする。これによって、電源回路412から配線414を通じて供給される直流電流がトランジスタ $TR_1$ を通過して給電線401aに流れ、LED群22Aの点灯に消費される。その後、電流は給電線401b、トランジスタ $TR_4$ を通過して配線415へ流れる（接地される）。

【0138】

これに対し、駆動論理回路431は、配線425からの負のパルスが入力されている間、トランジスタ $TR_2$ 及び $TR_3$ をオンにする一方で、トランジスタ $TR_1$ 及び $TR_4$ をオフにする。これによって、電源回路412から配線414を通じて供給される直流電流がトランジスタ $TR_2$ を通過して配線401bに流れ、LED群22Bの点灯に消費される。その後、電流は配線401a、トランジスタ $TR_3$ を通過して配線415に流れる（接地される）。

【0139】

従って、LED照明装置20には、制御装置420から出力されるパルス（制御信号）と同形の波形を有する、正の駆動電流と負の駆動電流とが交互に供給される。言い換えれば、LED群22A、22Bに対し、極性の異なる交流電流が駆動電流として供給される。各LED群22A、22Bに対して供給される平均電流は、パルスのオン時間に依存する。すなわち、正負のパルスのオン時間が大きい程、1サイクルにおいて各LED22A、22Bに供給される駆動電流の平均電流値が上昇する。逆に、デューティ比が小さくなる（パルスのオン時間が小さくなる）程、平均電流値は、小さくなる。

【0140】

図13（a）は、デューティ比1のときのパルスを示す。従って、正負のパルス供給期

10

20

30

40

50

間  $T_1$  ,  $T_2$  のそれぞれにおいて、一つのパルスが出力される。図 13 ( b ) は、マイコンの P W M 制御により期間  $T_1$  ,  $T_2$  におけるデューティ比を下げた状態を示す。デューティ比の変更によって、所定パルス幅を有する複数の正負のパルスが供給される状態となる。さらに、図 13 ( c ) は、図 13 ( b ) よりさらにデューティ比を下げた場合の状態を示す。この場合、正負のパルスのパルス幅はさらに小さくなる。

#### 【 0 1 4 1 】

図 13 ( a ) ~ ( c ) に示す例は、調光用の操作ダイヤル 4 1 6 A を、輝度 ( 発光量 ) が小さくなるように操作した場合の様子を示す。このように、操作ダイヤル 4 1 6 A が操作される場合には、マイコンが P W M 制御によりデューティ比を小さくすることで、パルスのオン時間が小さくなることによって、平均電流が低下する。これによって、輝度 ( 発光量 ) が低下する。但し、1 サイクル ( 期間  $T_1$  と期間  $T_2$  ) における、パルスのオン時間の比は変わらない。よって、L E D 照明装置 2 0 の色度 ( 本実施形態では色温度 ) を変えることなく輝度 ( 発光量 ) を増減することができる。

#### 【 0 1 4 2 】

これに対し、操作ダイヤル 4 1 6 B が操作された場合における、パルスの状態を図 14 ( a ) ~ ( c ) に示す。操作ダイヤル 4 1 6 B が操作された場合には、マイコンは、そのときのパルス幅を変更することなく、1 サイクル ( 周期  $T_0$  ) における正負のパルス数を変更する。図 14 ( a ) において、正負のパルス幅は同じであり、パルスのオン時間の比は 4 : 3 である。

#### 【 0 1 4 3 】

これに対し、図 14 ( b ) では、パルスのオン時間の比が 3 : 4 に変更されている。さらに、図 14 ( c ) では、パルスのオン時間の比が 2 : 5 に変更されている。このような比の変更によって、1 サイクルにおける L E D 群 2 2 A , 2 2 B の点灯時間の比が変動する。これによって、L E D 群 2 2 A , 2 2 B のそれぞれ点灯により発せられる合成光の色度 ( 本実施形態では色温度 ) が変更される。

#### 【 0 1 4 4 】

上述した正負のパルスを出力するための繰り返し周波数  $T_0$  ( 自励発振周波数 ) は、人の目の感度や、スイッチング損失の防止、ノイズ発生の観点から、例えば、3 0 H z ~ 5 0 k H z の間で定め得る。好ましくは、5 0 H z ~ 4 0 0 H z である。さらに好ましくは、5 0 または 6 0 H z ~ 1 2 0 H z である。自励発振周波数は、商用電源周波数から独立して定めうるが、商用電源周波数と同じ周波数を選択することを妨げない。なお、本実施形態では、スイッチング素子として、トランジスタ  $T R 1 \sim T R 4$  が適用されているが、トランジスタの代わりに F E T が用いられていても良い。

#### 【 0 1 4 5 】

図 12 に示す制御回路 4 1 3 には、積分回路 4 5 0 及び 4 4 0 が設けられている。積分回路 4 5 0 は、L E D 群 2 2 A を駆動するための正の電流の平均値に比例した電圧を制御装置 4 2 0 にフィードバックし、積分回路 4 4 0 は L E D 群 2 2 B を駆動するための負の電流の平均値に比例した電圧を制御装置 4 2 0 にフィードバックする。制御装置 4 2 0 は、積分回路 4 4 0 , 4 5 0 のフィードバック電圧を A / D 変換器を用いて観測し、制御信号 ( パルス ) の生成に利用する。

#### 【 0 1 4 6 】

以下、調光装置 4 1 0 の動作例について説明する。主電源スイッチ 4 1 1 ( 図 11 ) が閉じられると、電源回路 4 1 2 による整流及び電圧変換動作が行われ、制御回路 4 1 3 に直流電源が供給される。

#### 【 0 1 4 7 】

制御装置 4 2 0 のマイコンは、公知の方法で初期化動作を開始し、図示しない内蔵 R O M ( Read Only Memory ) に記録された動作プログラムを図示しない R A M ( Random Access Memory ) にロードし、プログラムに従った処理を行う。

#### 【 0 1 4 8 】

L E D 照明装置 2 0 の輝度を調整する場合には、例えば以下のような操作及び調光装置

10

20

30

40

50



4 1 0 の動作が行われる。例えば、利用者（ユーザ）が操作ダイヤル（操作ツマミ）4 1 6 A を例えば右一杯にまわし、照明の輝度（発光量）を最大に設定する。すると、信号線 4 1 8 には最大 5 . 0 ボルトの直流電圧が発生する。制御装置 4 2 0 は、信号線 4 1 8 に生じた電圧を内蔵の A / D 変換器でデジタル信号に変換して読み取り、駆動回路 4 3 0 の駆動論理回路 4 3 1 に対し、信号線 4 2 4 , 4 2 5 を介して制御信号を与える。駆動論理回路 4 3 1 は、制御信号に従って駆動回路（H 型ブリッジ）4 3 2 を駆動させる。このとき、駆動回路 4 3 2 は、予め設定された自励発振周波数である 5 0 H z で駆動される。このときの、制御信号波形は、図 1 3（a）に示す通りであり、正のパルス（制御信号）のオン時間である時間 t 1 の間、正の電流が給電線 4 0 1 a を流れて L E D 群 2 2 A（LED-H）を点灯させる。一方、負のパルス（制御信号）のオン時間である時間 t 2 の間、負の電流が給電線 4 0 1 a を流れて L E D 群 2 2 B（LED-L）を点灯させる。

10

#### 【0 1 4 9】

その結果、給電線 4 0 1 には、略 5 0 H z の交流電流が通電して、L E D 照明装置 2 0 に搭載されている L E D 群 2 2 A と L E D 群 2 2 B とが交互に点灯する。時間 t 1 に流れる電流（個別電流）と、時間 t 2 に流れる電流（個別電流）との比が L E D 群 2 2 A 及び 2 2 B により発せられる合成光の色度（本実施形態では色温度）を支配する。図 1 3（a）に示す状態では、ケルビン温度の高い L E D 群 2 2 A の点灯時間が L E D 群 2 2 B の点灯時間より長いため、L E D モジュール 2 2 C の発光色は、やや青みがかった白色を呈する。

20

#### 【0 1 5 0】

利用者が操作ダイヤル（調光ツマミ）4 1 6 A を左方向にまわし、照明の輝度が中央値となるように設定する。すると、信号線 4 1 8 には約 2 . 5 ボルトの直流電圧が発生する。

#### 【0 1 5 1】

制御装置 4 2 0 のマイコンは、内蔵の A / D 変換器で電圧をデジタル信号に変換して読み取り、駆動装置 4 3 0 の駆動を制御して、L E D 照明装置 2 0 に対する交流電流を供給する。このときのパルス波形は、図 1 3（b）に示す状態となる。すなわち、期間 T 1 における正のパルスのオン時間と期間 T 2 における負のパルスのオン時間との比は変わらないが、パルス周波数（約 4 0 0 H z）の変調を受けている（デューティ比が低下している）ため、最大輝度時には一つのパルスがデューティ比に応じたパルス幅を有する複数のパルス群となる。なお、正のパルスのパルス幅と負のパルスのパルス幅は同じである。これによって、最大輝度時よりも平均電流が小さなるので、L E D 群 2 2 A（LED-H）、L E D 群 2 2 B（LED-L）の輝度は低下する。

30

#### 【0 1 5 2】

その後、利用者が操作ダイヤル（調光ツマミ）4 1 6 A をさらに左方向にまわし、照明の輝度を最小値に設定する。すると、信号線 4 1 8 には約 0 . 5 ボルトの直流電圧が発生する。

#### 【0 1 5 3】

制御装置 4 2 0 のマイコンは、電圧値を A / D 変換器で変換して読み取り、電圧値に応じた駆動装置 4 3 0 の制御を行う。すなわち、制御装置 4 2 0 は、図 1 3（c）に示すように、期間 T 1 及び T 2 における、正負のパルスのデューティ比をさらに下げる。これによって、期間 T 1 における正のパルスのオン時間と期間 T 2 における負のパルスのオン時間との比は変わらず、かつ約 4 0 0 H z の変調も変わらない。但し、4 0 0 H z のパルス幅（デューティ）がさらに小さいので、中央輝度時よりはさらに平均電流が小さくなる。よって、L E D 群 2 2 A（LED-H）、L E D 群 2 2 B（LED-L）はともに最も暗い輝度となる。

40

#### 【0 1 5 4】

次に、L E D 調光装置 2 0 の色度（本実施形態では色温度）を調整する場合における利用者（ユーザ）の操作及び調光装置 4 1 0 の動作例について説明する。図 1 3（b）に示す電流波形は、L E D 群 2 2 A（LED-H）に対する平均電流が L E D 群 2 2 B（LED-L）の

50

平均電流が大きいいため、やや青みがかった白色を呈する。

【0155】

図13(b)に示す電流波形がLED照明装置20に供給されている状態で、利用者がケルビン温度の低いやや赤みがかった白色への変更を意図した場合について説明する。利用者が操作ダイヤル(調色ツマミ)416Bを左に(半時計方向に)回転させる。すると、信号線419に生じている直流電圧(例えば約4ボルト)が、例えば3.0ボルト程度に低下する。

【0156】

制御装置420のマイコンは、A/D変換器で変換された信号線419の直流電圧のデジタル値を読み取り、駆動装置430を制御するパルス波形を変更する。例えば、制御装置420のマイコンは、駆動装置430の駆動論理回路431に供給されるパルス波形を、図13(b)から図14(a)に変化させる。すなわち、マイコンは、図13(b)の状態において、5:2であった正の電流(パルス)と負の電流(パルス)の比を、図14(a)に示すように4:3に変更する。これによって、LED22Aに供給される平均電流が減少し、LED22Bに供給される平均電流が増加する。この結果、LEDモジュール22Cの発光色、すなわち色温度はやや低下して赤みが買った白色を呈する。このとき、図14(a)に示すように、パルスの比は変化するが、パルスの合計値(平均電流の合計値)は変化しないので、LEDモジュール22Cの輝度は変化しない。

【0157】

その後、さらに利用者がケルビン温度のもっとも低い赤みがかった白色への変更を意図して、操作ダイヤル(色度ツマミ)416Bを左に(半時計方向に)限界まで回転させる。すると、約3.0ボルトだった信号線419の直流電圧は1.0ボルト程度に低下する。

【0158】

制御装置420のマイコンは、デジタル変換された信号線419の直流電圧を検出すると、駆動論理回路431に供給される制御信号(パルス)を変更する。すなわち、マイコンは、給電線401aを流れる電流波形が図14(a)から図14(b)を経て図14(c)に変化する(正負の電流(パルス)の比が2:5になる)ように、駆動装置430に制御信号を与える。これによって、LED22群A(LED-H)の平均電流がさらに減少する一方で、LED群22B(LED-L)の平均電流がさらに増加する。この結果、LEDモジュール22Cの色温度は著しく低下して強い赤みが買った白色を呈する。このときもLEDモジュール22Cの全体輝度は変化しない。

【0159】

図15は、実施形態の変形例を説明する図であり、図13と等価な電力変化を示す。図15(a)に示すように、初期状態において、電流波形は図13(a)と同一の状態を示している。

【0160】

調光を意図して電流の平均値(実効値)を下げる場合には、図13(b)の代わりに、図15(b)に示すような電流波形を印加しても、単位時間当たりの電力は両者とも等価である。同様に、図15(c)と図13(c)とは電力的には等価である。図15に示すような制御にあたり、制御装置420のマイコンは、操作ダイヤル(調光ツマミ)416Aの回転量に応じたパルスのオン時間を算出し、その間にパルスがオンとなるように制御する。このような変形例によれば、駆動回路432のスイッチング損失を低減することができる。

【0161】

以下に詳細動作を説明する。この変形例では、回路構成は図12に示した回路構成と同じものを適用できるが、マイコンに内蔵された図示しないプログラムの動作が異なる。

【0162】

図15(a)の状態を、最大輝度時と仮定し、利用者が照明の輝度が中央値になるように操作ダイヤル(調光ツマミ)416Aを操作したと仮定する。すると、マイコンは、図15(a)における時間(パルス幅) $t_1$ 、 $t_2$ を、これらの比が変更されない状態で、

10

20

30

40

50

夫々50%減少させる。これによって、電流(パルス)は、図15(b)に示すように、時間(パルス幅) $t_1$ 、 $t_2$ の夫々の50%に相当する時間(パルス幅) $t_1'$ 、 $t_2'$ となる。これによって、平均電流が低下し、LED群22A、22Bはともにやや暗い発光となる。

#### 【0163】

さらに、利用者が照明の輝度が最小値になるように操作ダイヤル416Aを操作すると、マイコンは、図15(b)における時間(パルス幅) $t_1'$ と $t_2'$ を、これらの比が変更されない状態で、夫々25%減少させる。これによって、電流(パルス)は、図15(c)に示すように、時間(パルス幅) $t_1'$ 、 $t_2'$ の夫々の25%に相当する時間(パルス幅) $t_1''$ 、 $t_2''$ となる。これによって、平均電流が低下し、LED群22A、22Bはともに著しく暗い発光となる。

10

#### 【0164】

図15(a)の状態、利用者が色度(本実施形態では色温度)の低下を意図して操作ダイヤル(調色ツマミ)416Bを操作すると、マイコンは、時間(パルス幅) $t_1$ 、 $t_2$ の比を変更して、図16(b)に示すように、時間 $t_1$ が減少した時間 $t_1'$ の状態となり、時間 $t_2$ が増加した時間 $t_2'$ の状態に変更する。

#### 【0165】

さらに、色温度が最も減少するように利用者が操作ダイヤル416Bを操作すると、時間 $t_1'$ がさらに減少し、時間 $t_2'$ がさらに増加して、図16(c)に示す状態となる。

20

#### 【0166】

このように、マイコンは、駆動論理回路431に供給する1つのパルス幅を操作ダイヤル416A、416Bの操作量に応じて変更し、LEDモジュール22Cから発せられる光の輝度(発光量)及び色度(色相、色温度)を調整することができる。

#### 【0167】

上記した変形例では、図13、図14に示す例に比べて、電流波形に含まれる高調波成分が減少するので、周辺に及ぼす電波障害を低減できる利点と、スイッチング周波数にほぼ比例する半導体の電力損失を低減できる利点と、がある。

#### 【0168】

第1～第5実施形態によれば、調光装置が商用電源のような交流電源からの交流を電源回路で直流に変換し、制御装置420が駆動装置430を制御して、交流が変換された直流から自励発振周波数による所望の周波数の交流(周期 $T_0$ 毎に供給される正負の電流)を生成し、逆並列接続された一対のLED群(LED群22A、22B)に駆動電流として供給する。これによって、調光装置の設計の自由度を高めることができる。また、自励発振周波数を人間の目の感度より高い周波数に設定することで、照明のフリッカー(ちらつき)の発生を防止することができる。また、力率改善に寄与することもできる。

30

#### 【0169】

さらに、制御装置420は、LED群22A、22Bに夫々供給すべき平均電流を個別に制御することができる。また、平均電流の比を代えることなく、各平均電流を増減することで、輝度を調整することができる。さらに、LED群22A、22Bに夫々供給すべき平均電流の比を変更することによって、LEDモジュール22Cから発せられる光の色温度を輝度を変えることなく変更することができる。

40

#### 【0170】

##### <発光モジュール、及びパッケージ>

以下、上述した各実施形態におけるLED照明装置に適用可能な、発光モジュール(LEDモジュール)、及びパッケージについて説明する。図17Aは、発光モジュール(LEDモジュール)を構成する半導体発光装置(以下、「白色LED」という)708内の、パッケージ701の概略構成の斜視図である。図17Bは、パッケージ701に設けられた半導体発光素子(LED素子;以下、「LEDチップ」という)703A、703Bに電力を供給する配線720A、720Bの実装状態を示す図である。また、図18は、

50

図 17A 及び図 17B に示すパッケージ 701 (白色 LED 708) を電氣的記号を用いて模式化した図である。図 19 は、図 18 に示した白色 LED 708 を直列接続した状態を模式的に示す図である。更に、図 20 は、図 17A に示す白色 LED 708 において、上記配線 720A、720B を含む面で切断した場合の断面図である。

【0171】

図 17A に示すように、白色 LED 708 はパッケージ 701 を含んで構成され、該パッケージ 701 は、基板 702 上に配置された環状且つ円錐台形状のリフレクタ 710 を有する。このリフレクタ 710 は、後述する各分割領域部 712 からの出力光の一部を、白色 LED 708 の出射方向に導く機能を有するとともに、パッケージ 701 の本体としての機能も果たす。なお、リフレクタ 710 の円錐台形状の上面側は、白色 LED 708 による光の出射方向となり、開口部 713 を形成している。一方で、リフレクタ 710 の円錐台形状の下面側は基板 702 が配置され、詳細は後述するが LED チップへの電力供給のための配線が敷設等されている (当該配線は図 17A には図示せず)。

10

【0172】

そして、この環状のリフレクタ 710 の内部の空間を図 17A、図 20 に示すように均等に二つの領域に分割する間仕切り 711 が、基板 702 に対して垂直に設けられている。この間仕切り 711 によって、リフレクタ 710 内に二つの分割領域部 712A、712B が画定されるとともに、分割領域部 712A の開口部は、リフレクタ 710 の開口部 713 の右半分を占め、分割領域部 712B の開口部は、リフレクタ 710 の開口部 713 の左半分を占めることになる。本明細書においては、分割領域部 712A の開口部を、分割開口部 713A と称し、分割領域部 712B の開口部を、分割開口部 713B と称する。即ち、開口部 713 は、間仕切り 711 によって分割開口部 713A と 713B に分割されたことになる。

20

【0173】

但し、パッケージ 701 における分割領域部 712A と 712B の形状は、垂直な壁体を間仕切り 711 として設けた構造に限定されるものではない。分割領域部 712A と 712B は、それぞれが円錐台、角錐台、半球などの形状を有する窪みであってもよい。また、両分割領域部 712A、712B の形状や内容積が同じであることも必須ではない。

【0174】

また、図 17A に示すパッケージ 701 は、一体となった部材中に分割領域部 712A と 712B を含む構造体であるが、このようなパッケージ 701 を用いることは必須ではない。分割領域部としての構成を備える二つの構造体 (パッケージ) を並置して、一方を分割領域部 712A、他方を分割領域部 712B として機能させることが可能である。

30

【0175】

図 17A に示す分割領域部 712A、712B には、LED チップ 703A、703B がそれぞれ 4 個ずつ設けられている。この LED チップ 703A、703B (これらの LED チップを包括的に参照する場合は LED チップ 703 と称する。) は、対となる配線 720A、720B (包括的に配線 720 と称する場合もある。) にそれぞれ接続され、電力供給を受けることで発光を行う。なお、各分割領域部での配線 720 への LED チップ 703 の接続は、図 17B に示すように、配線 720A の上に 4 個の LED チップ 703A が実装され、配線 720B の上に 4 個の LED チップ 703B が実装される。そして、各分割領域における 4 個の LED チップ 703 は、対応する配線に対して順方向に並列接続されている。

40

【0176】

LED チップとしては、紫外線波長を発する紫外 LED チップ (発光ピーク波長 300 ~ 400 nm)、紫色光を発する紫色 LED チップ (発光ピーク波長 400 ~ 440 nm)、青色光を発する青色 LED チップ (発光ピーク波長 440 nm ~ 480 nm) を適用することができる。各分割領域部 712A、712B に設ける LED チップ 703 の数は、例えば、1 ~ 10 個である。LED チップ 703 の数は、チップサイズと必要な明るさに応じて適宜決定すればよい。また、各分割領域部 712A、712B に設けられる LED

50

Dチップ703の種類は、同種類であっても異種類であっても良い。異種類の組み合わせとしては、紫外又は紫色LEDと青色LEDとの組み合わせが考えられる。

【0177】

これらのLEDチップ703A、703Bの実装状態を模式化して示すと図18のようになる。即ち、図17Bにおいて、夫々上側、下側に位置する配線720A、720Bは結線され、4つの並列接続されたLEDチップ703Aと、4つの並列接続されたLEDチップ703Bとが極性を逆にした状態で並列接続された状態となっている。また、結線された配線720A及び配線720Bの夫々からは、配線720Cと配線720Dとが引き出されており、白色LED708（パッケージ701）は、二つの端子を有する構成を持つ。

10

【0178】

さらに、LEDチップ703Aのカソードと配線720Dとの間には、逆流防止用のダイオードD1が挿入され、LEDチップ703Bのカソードと配線720Cとの間には、逆流防止用のダイオードD2が挿入されている。これによって、配線720Cから配線720Dに向かう電流が流れる場合には、各LEDチップ703Aのみが点灯する。これに対し、配線720Dから配線720Cに向かう電流が流れる場合には、各LEDチップ703Bのみ点灯する。よって、白色LED708は、時間で向きが変わる電流、すなわち交流電流で駆動することができる。

【0179】

図18に示した白色LED708（パッケージ701）は、図19に示されるようにに所定個数（図19では2を例示）直列接続される。これによって、図17A等で模式的に示したLEDチップ703A（LED群22A（第1LED（群））に相当）とLEDチップ703B（LED群22B（第2LED（群））に相当）とが逆並列接続されたLEDモジュール（発光モジュール）を得ることができる。

20

【0180】

ここで、LEDチップ703の基板702への実装について、図21に基づいて説明する。基板702は、LEDチップ703を含む白色LED708を保持するための基部であり、メタルベース部材702A、メタルベース部材702A上に形成された絶縁層702D、および絶縁層702D上に形成された対配線720c、720dを有している。LEDチップ703は、相対する底面および上面に一对の電極であるp電極及びn電極を有しており、対配線720cの上面に、AuSnの共晶半田705を介してLEDチップ703の底面側の電極が接合されている。LEDチップ703の上面側の電極は、金属製のワイヤ706によって、もう一方の対配線720dに接続されている。これらの対配線720c、720dの対で、図17Bに示される一对の配線720Aあるいは720Bをなし、各分割領域部の4個のLEDチップ703への電力供給が行われる。

30

【0181】

なお、LEDチップ703と基板702の一对の対配線720c、720dとの電氣的接続は、図21に示す形態に限られず、LEDチップ703における電極の組の配置に応じて適宜方法で行なうことができる。例えば、LEDチップ703の片面のみに電極の組が設けられている場合は、電極が設けられている面を上に向けてLEDチップ703を設置し、各組の電極と各対配線720c、720dとを例えば金製のワイヤ706でそれぞれ接続することによって、対配線720c、720dとLEDチップ703とを電氣的に接続することができる。また、LEDチップ703がフリップチップ（フェースダウン）の場合は、LEDチップ703の電極と対配線720c、720dとを金バンプや半田で接合することによって電氣的に接続することができる。

40

【0182】

ここで、LEDチップ703は、後述する蛍光部714A、714B（包括的に蛍光部714と称する場合もある。）を励起するものである。中でも、GaN系化合物半導体を使用したGaN系LED素子であることが好ましい。なぜなら、紫外～青の光を発するの

50

、非常に低電力で非常に明るい発光が得られるからである。GaN系LED素子においては、Inを含む発光層、例えば、Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>In<sub>z</sub>N発光層、またはIn<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>N発光層を有しているものが好ましい。よく知られていることであるが、発光波長が紫～青の場合は、発光層をIn<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>N井戸層を備えた多重量子井戸構造とし、この井戸層をクラッド層で挟んだダブルヘテロ構造とすると、発光効率が特に高くなる。

#### 【0183】

図21に示すように、基板707上には、このLEDチップ703から発せられる光の一部を吸収して異なる波長の光を発する複数あるいは単独の蛍光体及び前記蛍光体を封止する透光性材料を含有する蛍光部714が、LEDチップ703を覆って設けられている。尚、図21ではリフレクタ710の記載は省略されているが、このような形態もパッケージから構成される白色LEDの一形態となり得る。LEDチップ703から発せられた光の一部は、蛍光部714内の発光物質（蛍光体）に励起光として一部又は全部が吸収される。より具体的に白色LED8における蛍光部について図20に基づいて説明すると、分割領域部712Aにおいては、蛍光部714AがLEDチップ703Aを覆い、且つその蛍光部714Aは分割開口部713Aにて露出される。また、分割領域部712Bにおいては、蛍光部714BがLEDチップ703Bを覆い、且つその蛍光部714Bは分割開口部713Bにて露出される。従って、各蛍光部714A、714Bからの出力光は、各分割開口部から外部に出射される。

10

#### 【0184】

白色LED708は、白色光を出力することを目的とし、特に、白色LED708の発光色が、UCS(u、v)表色系(CIE1960)のuv色度図において、黒体輻射軌跡からの偏差d<sub>uv</sub>ができるだけ小さくなるように、好ましくは-0.02 ≤ d<sub>uv</sub> ≤ 0.02を満たすように、LEDチップ703と蛍光体の組み合わせを選択する。尚、本実施形態における黒体輻射軌跡からの偏差d<sub>uv</sub>は、JIS Z 8725（光源の分布温度及び色温度・相関色温度の測定方法）の5.4項の備考の定義に従う。但し、黒体輻射軌跡は絶対的な基準ではない。人工的な規格に応じた発光色（人為的に定められた基準光からの偏差で規格化された発光色）が要求される場合がある。

20

#### 【0185】

LEDチップ703の発光波長が紫外または紫の場合は、蛍光部714によりRGBの3原色または、BY、RGなどの補色関係にある波長の光を発生させることにより、白色光を得る。LEDチップ703の発光波長が青の場合には、蛍光部714によりYまたは、RGの光を発生させ、LEDチップ703の発光との混色により白色光を得る。

30

#### 【0186】

##### 〔第6実施形態〕

以下、本発明の第6実施形態について説明する。第6実施形態では、例えば、室内の壁埋め込み形の調光装置（調光器）を活用し、既存の2線配線を活用して、配線の入れ替え工事を行うことなく、調光制御（輝度調整）と調色制御（色温度調整）の両方を実現することが可能なLED照明システムについて説明する。

#### 【0187】

図22は、第6実施形態に係るLED照明システムの構成例を示す図である。図22には、商用電源（例えば、交流100V、50Hz）が供給される一対の商用電源母線1010と、一対の照明器用の給電線1020と、一対の調光装置用の引き込み線1030とが図示されている。これらの配線1010、1020、及び1030は、一般に、建築物の壁や天井のような電気配線設置空間に敷設される。

40

#### 【0188】

引き込み線1030には、一対の2端子T101、T102を有する調光装置1040が接続される。一方、給電線1020には、一対の2端子を有するLED照明器具（LED照明装置、LED発光デバイスともいう。また、LED電球と呼ばれることもある）が接続される。図22では、一対の端子T103、T104を有する白熱電球の代わりのLED照明器具1050が接続されている。調光装置1040は、例えば建築物の壁に設置

50

される。LED照明器具1050は、壁や天井に設けられた固定具により設置され、その際、ソケットやコネクタを介して給電線1020と電氣的に接続される。

【0189】

調光装置1040は、端子T101及びT102と、主電源スイッチ1041と、トライアック1042と、トリガダイオード1043と、時定数回路1044とを有している。端子T101及びT102は、母線10からの電力を調光装置1040内に供給するために、引き込み線1030と接続されている。主電源スイッチ1041は、LED照明器具1050の点灯及び消灯用の主電源スイッチである。

【0190】

トライアック1042は、LED照明器具50に供給される交流を制御する導通制御部として機能する。トライアック1042は、商用電源の交流1サイクルにおける正負の半サイクルにおいて、トリガダイオード1043からのトリガ信号を受けてオンとなり（点弧し）、当該半サイクルが終了するまで端子T102に対して正又は負の電圧（電流）を供給し続ける。トリガダイオード1043は、トライアック1042が点弧するためのトリガ信号をトライアック1042に供給する。

10

【0191】

時定数回路1044は、トリガダイオード1043がトライアック1042にトリガ信号を供給するタイミングを制御する。時定数回路1044は、抵抗器1044aと、可変抵抗器1044bと、キャパシタ（コンデンサ）1044cとを有し、トリガダイオード1043に接続されている。可変抵抗器1044bの抵抗値は、操作部（ユーザインタフェース）1047の操作量に応じて可変する。操作部1047は、トライアック1042の導通時間（点弧位相角度）を操作するために使用される。

20

【0192】

抵抗器1044a、可変抵抗器1044b及びキャパシタ1044cは、交流の正の半サイクル（サイクル前半）においてトリガダイオード1043への印加電圧をチャージするCR時定数回路を構成し、これらの抵抗値及び容量値で決まる時定数に従ってトリガダイオード1043をオンにする。

【0193】

なお、図22では、正の半サイクルにおいてトライアック1042を点弧させる時定数回路が図示されているが、調光装置1040は、負の半サイクルにおいてトライアック1042を点弧させる時定数回路も含んでいる。さらに、調光装置1040は、正負の半サイクルにおいてキャパシタ1044cの残留電荷を除去して、ヒステリシスを除去するヒステリシス除去回路を含むこともできる。

30

【0194】

図23は、調光装置1040に印加される商用電源の交流波形と、トライアック1042の点弧によってLED照明器具1050に供給される交流電圧との関係を示す図である。図23の(a)に示すように、調光装置1040には、商用電源からのサインカーブの交流電圧が印加される。正の半サイクルにおいて、電圧印加の開始と同時に、時定数回路1044のキャパシタ1044cに対する正のチャージが開始され、キャパシタ1044cにチャージされた電荷が所定量になる時間で、トリガダイオード1043がトリガ信号をトライアック1042に供給する。すると、トライアック1042が正の半サイクルにおける所定角度で点弧し、LED照明器具1050に対する正の電流供給を開始する。電流供給は半サイクルの終了まで継続される。同様の動作が、負の半サイクルにおいても行われる。

40

【0195】

このように、正負の各半サイクルで、時定数回路1044の時定数に従ったタイミングでトライアック1042が点弧し、LED照明器具1050に交流電力を供給する。すなわち、トライアック1042は、点弧時間において、商用電源からの交流を導通させる。

【0196】

時定数は、可変抵抗器1044bの抵抗値によって変化する。すなわち、可変抵抗器1

50

044bの抵抗値が小さくなる程、時定数は小さくなり、トライアック1042が点弧するタイミングが早まる(図23の(b)及び(c)参照)。このように、可変抵抗器1044bの抵抗値を操作部1047の操作で変化させることで、トライアック1042の点弧位相角度(導通時間)を可変にすることができる。

#### 【0197】

図22において、LED照明器具50は、解析部として機能する点弧位相角度検出回路1090及びマイクロコンピュータ(マイコン)1100と、LEDモジュール1060に対する駆動部(駆動回路)1080とを備える。駆動部1080は、駆動対象であるLEDモジュール1060を含む。LEDモジュール1060は、順方向に並列配置されたLED群1060aとLED群1060bを含む。LED群1060a及びLED群1060bのそれぞれは、直列接続された複数のLED素子からなる。

10

#### 【0198】

点弧位相角度検出回路1090は、調光装置1040のトライアック1042の点弧位相角度の制御により供給される交流を直流に変換する整流回路1091と、整流回路1091から出力される直流電圧からマイコン1100の動作用直流電圧を生成する定電圧源1092と、トライアック1042の点弧位相角度を検出する角度検出回路1093とを備えている。

#### 【0199】

マイコン1100は、メモリ(記憶装置)1101と、選択手段としてのモード判定部1102と、輝度制御部としての輝度調整部1103と、色温度制御部としての色温度調整部1104とを備えている。メモリ1101は、マイコン1100に含まれるプロセッサ(CPU(中央処理装置))によって実行されるプログラムやプログラム実行時に使用されるデータを記憶する。また、メモリ1101は、点弧位相角度から求まる導通時間の履歴を記録する記録領域を有する。

20

#### 【0200】

モード判定部1102は、導通時間の履歴を参照することによって、LEDモジュール1060の制御モードを、LEDモジュール1060の輝度(発光量)を調整する調光モードと、LEDモジュール1060の色度(色温度)を調整する調色モードとの間で切り替える。

#### 【0201】

すなわち、モード判定部1102は、主電源スイッチ1041の投入時には、初期設定として、調光モードを選択する。モード判定部1102は、1サイクル毎の点弧位相角度を角度検出回路1093から受け取り、点弧位相角度からトライアック1042の半サイクルにおける導通時間を算出する。例えば、導通時間は、トライアック1042の点弧開始時点Aと半サイクルの終了(電圧0)時点Bとの差分Cとして求められる。

30

#### 【0202】

半サイクルにおける単位角度(例えば1度)あたりの時間は交流の周波数(実施形態では50Hz:1サイクル20ms)から求めることができる。すなわち、 $(180[^\circ] - \text{点弧角度}[^\circ]) \times (1 \text{度あたりの時間} = \text{約} 0.056[\text{ms}])$ で導通時間を算出することができる。

40

#### 【0203】

モード判定部1102は、調光モードにおいて、導通時間を輝度調整部1103に与えるとともに、メモリ1101に記録する。これによって、メモリ1101には、1サイクル毎の導通時間の履歴が格納される。

#### 【0204】

また、モード判定部1102は、1サイクルの導通時間を算出(計測)する毎に、メモリ1101に最後に記録された導通時間との差分をとる。差分が0の場合には、モード判定部1102は、タイマによる計時を開始する。差分が0の時間(導通時間の変化がない時間)が所定時間を超えると、モード判定部1102は、制御モードを調色モードに切り替える(調色モードを選択する)。これに対し、差分が0の時間が所定時間を超えないう

50



ちに差分が検出された場合には、モード判定部 1102 は、タイマによる計時を終了し、調光モードの選択を維持する。

#### 【0205】

モード判定部 1102 は、調色モードにおいて、調光モードと同様に、1 サイクル毎の導通時間を計測し、メモリ 1101 に記録するとともに、導通時間の差分を算出する。但し、調色モードでは、1 サイクル毎の導通時間は、色温度調整部 1104 に与えられる。モード判定部 1102 は、調光モードと同様に、導通時間の差分が 0 になると、タイマを起動して導通時間の差分が 0 の時間を計測する。導通時間の差分が 0 の時間が所定時間を超えると、モード選択部 1102 は、制御モードを再び調光モードに切り替える（調光モードを選択する）。もっとも、差分が 0 の時間が所定時間を超えないうちに差分が検出された場合には、モード判定部 1102 は、タイマによる計時を終了し、調色モードの選択を維持する。

10

#### 【0206】

このように、モード判定部 1102 は、導通時間を監視して、導通時間に変化のない時間が所定時間を超えることを条件として、制御モードを切り替える。また、モード判定部 1102 は、選択中のモードに応じて、導通時間を輝度調整部 1103 と色温度調整部 1104 との一方に与える。なお、上記説明では、モード判定部 1102 は、1 サイクル毎の導通時間を輝度調整部 1103 又は色温度調整部 1104 に供給するようにしている。これに対し、モード判定部 1102 が、必要に応じて複数のサイクルに 1 回、導通時間を供給するようにしても良い。

20

#### 【0207】

輝度制御部としての輝度調整部 1103 は、モード判定部 1102 から供給される導通時間（点弧位相角度）に応じた輝度で LED モジュール 1060 が発光するように、駆動回路 1080 に含まれる調光手段としての定電流回路 1081 を制御する。例えば、輝度調整部 1103 は、導通時間と駆動電流との相関を示すマップを有し、導通時間に応じた駆動電流をマップから求めてそのような駆動電流が供給されるように定電流回路 1081 を制御する。

#### 【0208】

マップに示される導通時間と駆動電流との相関関係は、任意に設定可能であり、導通時間の長さや駆動電流の大きさが比例関係にあっても良い。或いは、導通時間の長さや駆動電流との関係は非線形であっても良い。例えば、導通時間の長さに応じて駆動電流が段階的に大きくなるようにしても良い。要は、利用者が輝度を上げる操作部 1047 の操作を行った場合に、駆動電流値が増大し、利用者が輝度を下げる操作部 1047 の操作を行った場合に駆動電流値が低下するようにされていれば良い。このような駆動電流の増減が導通時間（点弧位相角度）と比例関係に無くても良い。

30

#### 【0209】

定電流回路 1081 は、輝度調整部 1103 による制御下で、導通時間（点弧位相角度）に対して予め決定された駆動電流値で、LED モジュール 1060 を構成する LED 群 1060a（第 1 LED（群））、LED 群 1060b（第 2 LED（群））の夫々に駆動電流を供給する。LED モジュール 1060 に供給される駆動電流は、LED 群 1060a に供給される駆動電流  $I_{lowk}$  と LED 群 1060b に供給される駆動電流  $I_{hik}$  との合計値である。定電流回路 1081 は、合計値を増減させることで、LED 群 1060a、1060b に供給される駆動電流の平均電流値を増減し、LED モジュール 1060 の輝度（発光量）を上昇又は下降させる。

40

#### 【0210】

色温度制御部としての色温度調整部 1104 は、調色モードにおいて、導通期間（点弧位相角度）に応じた色温度で LED モジュール 1060 が発光するように、駆動回路 1080 に含まれる調色手段としてのバランス回路 1082 を制御する。バランス回路 1082 は、パルス幅変調（PWM）回路を含んでおり、LED 群 1060a に供給される駆動電流（平均電流） $I_{lowk}$  と LED 群 1060b に供給される駆動電流（平均電流） $I_{hik}$

50

との比を調整する。ここに、色温度調整部 1104 は、例えば、導通時間と駆動電流比との相関を示すマップ又はテーブルを有しており、導通時間に応じて予め決められた駆動電流比で駆動電流  $I_{lowk}$  と及び駆動電流  $I_{hik}$  が供給されるように、バランス回路 1082 を制御する。

#### 【0211】

なお、モード判定部 1102、輝度調整部 1103、色温度調整部 1104 は、マイコン 1100 に含まれるプロセッサがプログラムを実行することによって実現される機能として構成することが可能である。

#### 【0212】

なお、上記説明では、点弧位相角度から導通時間を求めているが、導通時間を求め、導通時間の履歴を記録することは必須要件ではない。すなわち、導通時間の代わりに点弧位相角度の履歴が記録され、点弧位相角度に応じた駆動電流の合計値、或いは比で、LED モジュール 1060 (LED 群 1060a 及び 1060b) の駆動制御が行われるようにしても良い。

10

#### 【0213】

第 6 実施形態において、LED モジュール 1060 は、例えば、サファイヤ基板上に製作された発光ダイオード群であって、複数個 (例えば 20 個) の LED 素子が夫々直列に接続された一組の LED 群 1060a、LED 群 1060b が同方向に並列配置されてなる。

#### 【0214】

LED 群 1060a、1060b の夫々に含まれる LED 素子の夫々は、発光波長が 410nm で、順方向電流のときの端子電圧は 3.5V、LED 素子を 20 個直列に接続した場合には、70V の直流で最大光量を発生する。

20

#### 【0215】

LED 群 1060a を構成する各 LED 素子には、発光波長 410nm の光で刺激 (励起) すると約 3000°K の白色を発光する蛍光体が埋め込まれている。これに対し、LED 群 1060b を構成する各 LED 素子には、発光波長 410nm の光で刺激 (励起) すると約 5000°K の白色を発光する蛍光体が埋め込まれている。従って、LED 群 1060a の発光により照射される白色光と、LED 群 66b の発光により照射される白色光とは色温度が異なっている。

30

#### 【0216】

なお、LED 群 1060a、1060b を構成する LED 素子の数は適宜変更可能であり、一つの LED 素子であっても良い。また、LED 群 1060a、1060b は、相互に異なる色度 (色相、色温度) で発光すれば良く、各 LED 群 1060a、1060b が採り得る色度は適宜選択可能である。また、LED モジュール 1060 は、異なる色温度の白色光を発する LED 群の組み合わせでなく、異なる色を発する LED 群の組み合わせでも良い。異なる色の組み合わせは、例えば緑色と青色、黄色と赤色など、所望の組み合わせを適用することができる。このような LED 照明器具は、ネオンサインとしての利用が考えられる。

#### 【0217】

以下、操作部 1047 の操作と、LED モジュール 1060 の輝度調整 (調光) 及び色温度調整 (調色) について詳細に説明する。第 6 実施形態における調光装置 1040 の操作部 1047 は、ダイヤル式のツマミ (ダイヤル) を有している。もっとも、操作部 1047 は、ダイヤル式のツマミの代わりにスライダーを有することができる。

40

#### 【0218】

第 6 実施形態では、LED モジュール 1060 の輝度 (発光量) を調整する場合には、操作部 1047 のツマミを左回転させて明るくし、右回転させて暗くする。但し、このような設定は、説明上の便宜の目的の設定である。すなわち、現在において一般的に用いられる調光装置は、回転型のダイヤルを時計方向に右回転すると、交流半サイクルにおける導通時間が増大する (例えば、図 3 (a) 図 3 (b))、このとき、調光装置に接続さ

50

れる照明器が白熱電球のような抵抗一定負荷である場合には、消費電力が増大し、白熱電球の輝度が上がる設定になっている。

【0219】

また、第6実施形態における操作部1047（ダイヤル）の回転角位置情報（操作量）は、LEDモジュール1060に対する駆動電流の導通時間の増減を制御するものではなく「利用者の意図情報」を入力するために使用される。このため、操作部1047の操作量は、負荷の消費電力増減や輝度増減に直接関与しない。

【0220】

第6実施形態におけるLEDモジュール1060の消費電力は、純粋な抵抗器で近似できる白熱電球負荷とは異なり、トライアック1042の点弧位相角度とは独立に、負荷側の制御回路（マイコン1100）の判断で決定される。

10

【0221】

図23を用いて、トライアック1042を用いた第6実施形態におけるLEDモジュール1060の駆動制御を説明する。第6実施形態では、図23の（a）～（c）に示すような、トライアック1042の導通時間の長短（点弧位相角度）に拘わらず、LED照明器具1050に内蔵される輝度調整部1103が、LEDモジュール1060に供給する定電流値を決定する。したがって、LEDモジュール1060は、必ずしも交流電圧波形の瞬時値に比例した電力を消費しない。

【0222】

但し、図23の（a）のように、トライアック1042の点弧タイミング（点弧位相角度）が比較的遅く（導通時間が短く）、電圧波形の瞬時値が低い場合には、LEDモジュール1060の点灯に必要な電力をキャパシタ1084（蓄電部）に蓄えてからLEDモジュール1060に対する駆動電流の供給が継続的に行われる。

20

【0223】

例えば、図23（a）に示す例では、トライアック1042の導通期間は、正の半サイクル後半の点弧位相角度 = 150° から位相角度 = 180° までの30度期間である。点弧位相角度150度における日本の商用正弦波交流（100V）の瞬時値は70.7Vであって、LED素子（動作電圧：例えば24～30V）の点灯には十分である。

【0224】

しかし、点弧位相角度150度から180度に向かって正弦波交流の瞬時電圧は急激に減少する。したがって、LEDモジュール1060を構成するLED素子の駆動回路電源としては、70.7Vを供給する位相角度150度から、70.7Vの約1/2の電圧である35Vを供給する位相角度（略168度）までを、安定な動作を得る利用範囲として選択する。このような18度の期間に大容量キャパシタ（キャパシタ1084）を充電することによって、安定で継続的なLED用の電源を駆動回路1080で生成することができる。

30

【0225】

上記例において要求されるキャパシタ1084の充電電流は、交流半サイクル180度期間に消費する電力を18度期間内に充電する。このため、定常消費電流の約10倍の充電電流となる。例えば30ワットを消費するLED照明器の場合では、時間平均的には100Vrms（rmsは交流の実効値）で0.3Armsであるが、位相角度150度から位相角度168度までの平均電流はその10倍の3[A]程度と概算される。この値は、許容可能な電流値である。但し、瞬時電圧が100ボルト以上である位相90度±45度においては、充電電流は略0.3A程度とする。

40

【0226】

LEDモジュール1060の電源を上記のように構成することによって、トライアック1042の点弧位相角度とは独立にLED駆動電流を決定することが可能である。結果として、LEDモジュール1060の輝度をトライアック1042の導通角度から独立に、利用者の意図に基づいて制御することができる。

【0227】

50

図 2 2 に示す調光装置 1 0 4 0 には、操作部 1 0 4 7 としてのダイヤル及びトライアック 1 0 4 2 を有する既存の発熱電球用の調光装置を適用できる。操作部 1 0 4 7 のツマミの回転量（操作量）に応じて、トライアック 1 0 4 2 の点弧位相角度（図 3 参照）を 0 ° から 1 8 0 ° の任意の値に調整することができる。

【 0 2 2 8 】

第 6 実施形態では、説明の混乱を避ける目的で、調光装置 1 0 4 0 の操作部（ダイヤル）1 0 4 7 の位置角度の数値と、交流周期中の点弧位相角度の数値が一致するように、以下の定義とする。

【 0 2 2 9 】

すなわち、ダイヤルを 1 2 時の位置を中心として左右に 9 0 ° 回転可能とする。そして、時計回り方向におけるダイヤルの回転終点である「3 時の位置」を「角位置 1 8 0 度」と呼称し、かつ、点弧位相角度 1 8 0 度であり通常消費電力最小、と定義する。また、反時計回り方向におけるダイヤルの回転終点である「9 時の位置」を「角位置 0 度」と呼称し、かつ、点弧位相角度 0 度であり通常消費電力最大、と定義する。さらに、以下の説明において、LED モジュール 1 0 6 0 の輝度（発光量）を調整する動作を「調光」、LED モジュール 1 0 6 0 の色温度を調整する動作を「調色」と記述する。

【 0 2 3 0 】

以下、LED モジュール 1 0 6 0 の調光時及び調色時における動作例について説明する。図 2 4 は、調光時における交流電圧、駆動電流等の波形説明図である。図 2 5 は、調色時における交流電圧、駆動電流等の波形説明図である。

【 0 2 3 1 】

利用者が主電源スイッチ 1 0 4 1（図 2 2）を閉じる（オンにする）ことによって、LED モジュール 1 0 6 0 が点灯する。この主電源投入時における LED モジュール 1 0 6 0 の輝度及び色温度は不定である。もっとも、例えば、マイコン 1 1 0 0 の初期設定で所定の輝度及び色温度で LED モジュール 1 0 6 0 が点灯するように構成することもできる。

【 0 2 3 2 】

利用者は、第 1 ステップとして、輝度を希望の値に変更することを意図して、操作部 1 0 4 7（ダイヤル）を左右に回転させる。LED モジュール 1 0 6 0 からの光を眺めて明るさを確認しながらダイヤルを回転させる。例えば、利用者がダイヤルを 1 1 時の位置にセットすると、図 2 4 の（a）に示すように、点弧位相角度が 6 0 ° で固定された状態となる。この段階では、LED モジュール 1 0 6 0 は、調整可能な輝度の範囲の中間よりやや明るい輝度で点灯する。この輝度に利用者が満足する場合には、利用者は、さらなるダイヤル操作が必要ないものとして、ダイヤルから手を離す。この動作は、第 1 ステップ終了の意思表示として、後述のマイコン 1 1 0 0 により解釈される。

【 0 2 3 3 】

第 1 ステップにおいて、マイコン 1 1 0 0 は、主電源投入から利用者が操作部 1 0 4 7 から手を離すまでの間、調光動作プログラムを実行し、第 1 ステップにおける動作を行う。本実施形態では、主電源投入によるマイコン 1 1 0 0 の初期状態として、マイコン 1 1 0 0 は、調光動作プログラムに従った動作を行う。すなわち、マイコン 1 1 0 0 は調光モードで動作する。

【 0 2 3 4 】

調光動作プログラムの実行により、マイコン 1 1 0 0 は、ダイヤルの回転位置、すなわちトライアック 1 0 4 2 の点弧位相角度（導通時間）を刻々と計測する。マイコン 1 1 0 0 は、計測される点弧位相角度（導通時間）に従って定電流回路 1 0 9 1 を制御し、LED モジュール 1 0 6 0 をなす LED 群 1 0 6 0 a に供給される駆動電流  $I_{lowk}$ 、LED 群 1 0 6 0 b に供給される駆動電流  $I_{hik}$  の合計値 ( $I_{lowk} + I_{hik}$ ) を増減する。結果として LED モジュール 1 0 6 0 の輝度が所望の値に更新される。利用者は LED モジュール 1 0 6 0 の明るさを観測しながら操作部 1 0 4 7 のダイヤルの回転角度位置を刻々と調整することで、輝度を所望の明るさにすることができる。

## 【 0 2 3 5 】

その後、上記したように、利用者が操作部 1 0 4 7 から手を離すことによって、点弧位相角度（導通時間）が変化しない状態が所定時間（例えば 5 秒）継続すると、マイコン 1 1 0 0 は、調光動作プログラムの実行を終了し、調色動作プログラムの実行を開始する。すなわち、制御モードが調色モードへ切り替わる。

## 【 0 2 3 6 】

第 2 ステップとして、利用者がさらに色温度を希望の値に変更することを決定したと仮定する。例えば、第 1 ステップで手を操作部 1 0 4 7 から離してから 5 秒以降 1 0 秒以内の第 1 停止時間内に、利用者は、操作部 1 0 4 7（ダイヤル）を 1 1 時の位置から、ふたたび左右に回転させる。利用者は、LED モジュール 1 0 6 0 の色温度を眺めながらダイヤル操作を行い、所望の色温度を示す場合に、操作部 1 0 4 7（ダイヤル）から再び手を離す。例えば、利用者が 1 3 時の位置で手を離したと仮定する。この場合、図 2 3 の（b）に示すように、交流の点弧位相角度が 1 2 0 ° で固定される。

## 【 0 2 3 7 】

調色動作プログラムの実行時、すなわち、調色モードにおいて、マイコン 1 1 0 0 は、LED モジュール 1 0 6 0 の輝度を変化させることなく、すなわち LED 駆動電流の合計値（ $I_{lowk} + I_{hik}$ ）を一定に保ったまま、駆動電流  $I_{lowk}$  の値と駆動電流  $I_{hik}$  の値の比を変更する。これによって LED モジュール 1 0 6 0 の色温度が変化する。ダイヤルが操作されない時間、すなわち点弧位相角度（導通時間）が変更されない時間が発生すると、マイコン 1 1 0 0 はタイマの計時を開始する。所定時間（例えば 5 秒）が経過する前に操作（導通時間）の変化が検知できなかった場合には、利用者の調色操作が終了したものとして、駆動電流  $I_{lowk}$  と  $I_{hik}$  との比を固定した状態で制御モードを調光モードに戻す。これに対し、タイマが所定時間を計時する前に、操作の再開、すなわち導通時間の変化が検知された場合には、マイコン 1 1 0 0 は、タイマによる計時を終了して、調色モードを維持する。

## 【 0 2 3 8 】

なお、マイコン 1 1 0 0 は、調光モードにおいて、タイマが所定時間（5 秒）を計時し、調光モードから調色モードへ制御モードを切り換えた場合において、タイマの計時を継続することができる。そして、モードの切り替えから所定時間が経過した場合、例えば、タイマが計時開始から 1 0 秒を計時した場合には、利用者に調色の意図がないと判定する。この場合、マイコン 1 1 0 0 は、調色モード切替時における駆動電流  $I_{lowk}$  と  $I_{hik}$  の値の比を固定した状態で、制御モードを調光モードに切り換える。

## 【 0 2 3 9 】

トライアック調光器である調光装置 1 0 4 0 の負荷である LED 照明器具 1 0 5 0（LED モジュール 1 0 6 0）は、上記した動作例に従って動作する。このため、利用者が、調光装置 1 0 4 0 及び LED 照明器具 1 0 5 0 を用いた LED 照明システムの利用に際して予め学習すべき規則は、以下の単純な規則である。すなわち、操作部 1 0 4 7 の操作を 5 秒以内の間隔で継続する限り、現在の制御モード（調光または調色モードの一方）が継続され、ダイヤル操作を 5 秒以上休止すると制御モードが切り替わる。

## 【 0 2 4 0 】

上記した 5 秒という数値は、利用者の社会通念、年齢層、社会階層など応じて変更可能な値である。すなわち、市場の嗜好にあわせて設定可能な数値である。本願の出願人が実施した実験では、4 秒 ± 2 秒（2 ~ 6 秒）が利用者が利便を感じる範囲であるという知見を得た。点弧位相角度（導通時間）の変化がない所定時間は、適宜設定可能であり、マイコン 1 1 0 0 に設定された所定時間を変更するためのユーザインタフェースが設けられていても良い。また、上記動作例では、調光及び調色モードの双方において、モード切替の契機となる所定時間は、同一の 5 秒である場合について説明した。但し、調光モードと調色モードとで、所定時間の長さが異なっても良い。

## 【 0 2 4 1 】

上記した調色モードの動作例において、マイコン 1 1 0 0 が輝度を一定に維持しつつ色

10

20

30

40

50

温度を変える旨の説明を行った。この調色モード時の動作について以下に詳述する。

【0242】

図24の(a)及び(b)は、トライアック1042(調光装置1040)の導通電圧と、LEDモジュール1060の駆動電流との関係を示す。図24(b)に示す波形は、照明器が単純抵抗負荷(例えば、白熱電球)である場合の電流波形である。図24(a)及び(b)を見れば分かるように、電圧波形と電流波形は相似形であることは良く知られている。

【0243】

これに対し、図24(c)は、本実施形態のような定電流駆動負荷の場合の電流波形を示す。図24(c)の電流波形は、図24(a)に示す交流電圧波形と全く異なることが分かる。すなわち、定電流駆動回路(定電流回路1081)を内蔵するLED照明器具1050においては、点弧直後から交流位相角度180°の直前まで、電圧波形の時間変化とは無関係に略一定の駆動電流が負荷(LEDモジュール1060)に供給される。

10

【0244】

また、図24(d)に示す充電波形(三角波)のように、点弧直後に大きな充電電流がキャパシタ1084を充電し、直流電圧を維持することによって、図24(e)に示す駆動電流波形のように、交流位相180°度の終了後(半サイクル終了後)も、負荷であるLEDモジュール1060への駆動電流の供給が継続されるように整流回路1083を設計することが可能である。なお、図24の(c)、(d)、(e)は、整流回路1083による全波整流後の電流波形を示す。

20

【0245】

上記したように、トライアック1042の点弧直後にキャパシタ1084を充電する比較的大きな電流が整流回路1083から供給されるようにすることによって、調光装置1040のダイヤル位置(操作量)に関わらず、図24(e)に示したような直流電圧の維持を図ることができる。従って、所望の電流値でLEDモジュール1060を駆動することができる。

【0246】

図25を用いて、先に述べた利用者が行う11時位置から13時位置までの操作手順に加えて、調光装置1040の動作とLEDモジュール1060が消費する負荷電流の関係を説明する。

30

【0247】

利用者が調光装置1040の操作部1047(ダイヤル)を時計方向にまわすと、図24(a)に示す点弧位相角度60度から図25(a)に示す点弧位相角度120度の状態に遷移し、導通時間が減少する。このとき、照明器具が白熱電球のような単純抵抗負荷ならば、図25(b)のような電圧比例波形の電流が流れる。しかし、本実施形態では図25(b)のようにならず、キャパシタ1084を充電する電流が図25(d)のように流れ、点弧直後から図24(d)に示す電流の略2倍の大きさの電流でキャパシタ1084が充電される。これは、交流の非導通時間が長いのでキャパシタ1084はLED消費電流により電圧が徐々に下がり、交流電源側とキャパシタ1084側の電位差が拡大していることに起因する。

40

【0248】

キャパシタ1084の容量が十分に大きい場合には、点弧位相角度が120度になって導通時間が減少しても、図25(e)のように略直流の負荷電流をLEDモジュール1060に対して連続的に供給することができる。なお、図25(c)、(d)及び(e)は、整流回路1083による全波整流後の直流電流波形を示す。

【0249】

さらに、大容量のキャパシタ1084の利用が困難な白熱電球互換形のLED照明器具の場合には、図25(c)のように間欠的な直流電流がLEDモジュール1060に供給される。もっとも、人間の目に対し、図25(e)のような連続的な直流電流供給による点灯と区別はつかない場合には、図25(c)のような直流電流の供給も適用可能である

50

。

## 【 0 2 5 0 】

上述したように、調光装置 1 0 4 0 の操作部 1 0 4 7 のダイヤル位置に寄らず、LED モジュール 1 0 6 0 に供給すべき直流電源を確保することができる。このため、低ケルビン用の LED 駆動電流  $I_{lowk}$  と、高ケルビン用の LED 駆動電流  $I_{hik}$  は、図 2 6 ( a ) 及び ( b ) のようにして調整できる。

## 【 0 2 5 1 】

すなわち、第 1 ステップ ( 調光モード ) 終了時における駆動電流  $I_{lowk}$  と、駆動電流  $I_{hik}$  とは、図 2 6 ( a ) のように、同量の駆動電流が供給されるようにすることができる。これに対し、調色モードにおいて、ダイヤルを例えば 1 3 時の位置に移動すると、図 2 6 ( b ) に示すように、駆動電流  $I_{hik}$  が増大する一方で、駆動電流  $I_{lowk}$  が減少し、全体としては青みがかった白色になる。このような動作は、バランス回路 1 0 8 2 に内蔵された PWM 回路によって、駆動電流  $I_{hik}$  と駆動電流  $I_{lowk}$  との比が変更されることによって実現される。

10

## 【 0 2 5 2 】

なお、図 2 6 ( a ) 及び ( b ) に示すように、LED 群 6 0 a , 6 0 b には、交流の正負の 1 サイクル期間に、バランス回路 1 0 8 2 で決定される時間の比で、時間  $t_1$  のパルス電流が供給される。図 2 6 ( a ) に示す例では、同数 ( 3 つ ) のパルス電流が LED 群 1 0 6 0 a , 1 0 6 0 b に供給されている。これに対し、図 6 ( b ) では、LED 群 1 0 6 0 b に対して 4 つのパルス電流が供給される一方で、LED 群 1 0 6 0 a に対して 2 つ

20

## 【 0 2 5 3 】

第 6 実施形態では、白熱電球用に設けられた既設の配線と既設のトライアック調光器 ( 調光装置 1 0 4 0 ) を利用して、LED 照明器具 1 0 5 0 の調光及び調色を図ることができる。すなわち、調光装置 1 0 4 0 の操作部 1 0 4 7 ( ダイヤル ) の操作履歴、すなわちトライアックの点弧位相角度 ( 導通時間 ) を LED 照明器具 1 0 5 0 側で記憶することにより、調光モードと調色モードの二つの制御モードを実現する。これにより、調光と調色の二つの機能を、配線工事を実施することなく既設の調光装置 1 0 4 0 を用いて実現

30

## 【 0 2 5 4 】

第 6 実施形態によれば、調光と調色の二つの制御を、一個の調光装置 1 0 4 0 で実現することができる。このため、調光装置の交換工事を実施することなく、負荷側の電球または光源を LED 照明器具 1 0 5 0 に変更することで、調光及び調色を実施可能な LED 照明器具を、きわめて容易に導入することができる。

## 【 0 2 5 5 】

これによって、従来の白熱電球や蛍光灯を用いていた照明システムを、LED 照明器具 1 0 5 0 を用いて高性能化することが可能となる。さらに、白色照明にあってはより太陽光線のスペクトラムに近い演色性を実現することができる。また、LED 照明器具 1 0 5 0 によれば、一個の LED 照明器具で昼光色から電球色まで広い範囲の色温度を連続的に可変にすることができる。

40

## 【 0 2 5 6 】

なお、第 1 実施形態では、点弧位相角度に基づき導通時間が計測され、導通時間の履歴がメモリ 1 1 0 1 に記録される構成例について示した。この構成に代えて、導通時間の計測が行われず、単に点弧位相角度が所定サイクル ( 例えば 1 サイクル ) 毎に検出され、点弧位相角度の履歴がメモリ 1 1 0 1 に記録されるようにしても良い。また、点弧位相角度 ( 導通時間 ) の履歴がメモリ 1 1 0 1 に記録されると説明したが、メモリ 1 1 0 1 には、最後に検出された点弧位相角度 ( 導通時間 ) が少なくとも記録されるようになっていれば良い。

50

## 【 0 2 5 7 】

## 〔 第 7 実施形態 〕

次に、本発明の第 7 実施形態について説明する。第 7 実施形態は第 6 実施形態と同様の構成を有するので、主として相違点について説明し、第 1 実施形態と同様の構成については説明を省略する。

## 【 0 2 5 8 】

第 7 実施形態では、第 6 実施形態と異なり、既設のトライアック調光器（調光装置 1 0 4 0）を新規な調光装置に交換することによって、調光と調色との二つの機能を、小規模な配線器具交換工事のみで実現することにより、高い利便性を実現する。

## 【 0 2 5 9 】

図 2 7 は、第 7 実施形態に係る L E D 照明システムの回路構成例を示す図である。L E D 照明システムは、調光装置 1 0 4 0 A と、L E D 照明器具 1 0 5 0 A とを含む。第 7 実施形態でも第 6 実施形態と同様の既設配線（母線 1 0 1 0，給電線 1 0 2 0，引き出し線 1 0 3 0）を活用する。

## 【 0 2 6 0 】

第 7 実施形態では、調光用の操作部と、調色用の操作部との 2 以上の操作部を有する調光装置 1 0 4 0 A を適用する。これによって、第 6 実施形態よりも利便性の向上した L E D 照明システムを提供することができる。

## 【 0 2 6 1 】

調光装置 1 0 4 0 A は、第 1 及び第 2 成形部としての、一対の I G B T（絶縁ゲート型バイポーラ・トランジスタ）を備える。I G B T は、小電圧の入力信号で高電圧の出力を開閉できる。I G B T は単一のバイポーラ・トランジスタであるので、図 2 7 に示すように、二つの I G B T 1 0 4 8，1 0 4 9 が逆極性で直列接続される。I G B T 1 0 4 8，1 0 4 9 夫々は、ダイオード 1 0 3 2，1 0 3 3 を備えている。

## 【 0 2 6 2 】

調光装置 1 0 4 0 A は、調光用の操作部 1 0 4 7 a（第 1 ユーザインタフェース）と調色用の操作部 1 0 4 7 b（第 2 ユーザインタフェース）とを備えている。操作部 1 0 4 7 a，操作部 1 0 4 7 b の夫々は、輝度及び色温度の夫々を調整するためのダイヤル（ツマミ）を有している。操作部 1 0 4 7 a，1 0 4 7 b の夫々の操作量を示す信号は、論理回路 1 4 0 0 に与えられる。

## 【 0 2 6 3 】

論理回路 1 4 0 0 は、操作部 1 0 4 7 a，1 0 4 7 b の各操作量（ダイヤルの回転角度）を夫々検出する二つのロータリーエンコーダ（図示せず）を含んでいる。論理回路 4 0 0 は、操作部 1 0 4 7 a のダイヤル位置（ロータリーエンコーダの検出位置）に応じたタイミングで信号 1 4 0 8，1 4 0 9 を I G B T 1 0 4 8，1 0 4 9 のゲートに供給する。信号 1 4 0 8 は、コレクタ - エミッタ間の電流を所定期間停止させる逆方向の電流であり、信号 1 4 0 8，1 4 0 9 の出力タイミングは、操作部 1 0 4 7 a のダイヤル位置に依存する。信号 1 4 0 8，1 4 0 9 が I G B T 1 0 4 8，1 0 4 9 のゲートに供給されることで、I G B T 1 0 4 8，1 0 4 9 のコレクタ - エミッタ間を流れる電流（商用電源からの交流の正の半サイクルで流れる電流）の導通を所定期間（例えば 1 m s）停止させることができる。

## 【 0 2 6 4 】

図 2 8 は、操作部 1 0 4 7 a の操作量と、交流波形との関係を示す図である。図 2 8（a）に示すように、交流の正負の各半サイクルにおいて、図 2 8（b）に示すような、操作部 1 0 4 7 a の操作量に応じたパルス信号（信号 1 4 0 8，1 4 0 9）を生成し、I G B T 1 0 4 8，1 0 4 9 のゲートに与える。これにより、正負の各サイクルにおいて、交流が所定期間  $t_4$ （例えば 1 m s）遮断される。

## 【 0 2 6 5 】

これによって、商用電源からの交流電圧の正負の半サイクルは、操作部 1 0 4 7 a の操作量に応じた信号 1 4 0 8，1 4 0 9 の出力タイミングに従った遮断タイミングで所定期

10

20

30

40

50



間  $t_4$  だけ遮断された状態の波形となる。このような波形を有する交流電圧が LED 照明器具 1050A に供給される。所定期間  $t_4$  は、1ms のような半サイクル期間 (10ms : 50Hz の場合) に比べて短い時間であるので、交流電圧は略正弦波と考えることができる。

#### 【0266】

交流の正負の半サイクルにおけるパルス信号 (信号 1408) による遮断のタイミングは、操作部 1047a のダイヤルの回転量 (操作量)、すなわち輝度の制御量に依存する。図 28 (c)、図 28 (e) に示すように、ダイヤルの操作量が輝度を増大する方向に大きくなるにしたがって、信号 1408、1409 の出力タイミングが早まり、交流の正負の半サイクルにおける遮断タイミングが早くなる。これによって、LED 照明器具 1050A に供給される交流電圧の正負の半サイクルの波形を、輝度調整用の制御信号が埋め込まれた (付加された) 状態にすることができる。

10

#### 【0267】

また、論理回路 1400 は、操作部 1047b のダイヤル位置に応じた信号 1409 を IGBT 1049 のゲートに供給する。信号 1409 の供給によって、商用電源からの交流の負の半サイクルにおいて IGBT 1049 のコレクタ - エミッタ間を流れる電流を所定時間 (例えば 1ms) 導通停止 (遮断) させることができる。

#### 【0268】

図 29 は、操作部 1047b の操作量と、交流波形との関係を示す図である。図 29 (a) に示すように、交流の負の半サイクルにおいて、図 29 (b) に示すような、パルス信号 (信号 1409) を生成し、IGBT 1049 のゲートに与える。これにより、交流が負のサイクルで所定期間  $t_4$  (例えば 1ms) 遮断される。

20

#### 【0269】

これによって、商用電源からの交流電圧の負の半サイクルは、信号 1409 の出力タイミングに応じた遮断タイミングで所定期間  $t_4$  だけ遮断された状態の波形となる。このような波形を有する交流電圧が LED 照明器具 1050A に供給される。所定期間  $t_4$  は、1ms のような半サイクル期間 (10ms : 50Hz の場合) に比べて短い時間であるので、交流電圧は略正弦波と考えることができる。

#### 【0270】

交流の負の半サイクルにおけるパルス信号 (信号 1409) による遮断のタイミングは、操作部 1047b のツマミの回転量、すなわち色温度の制御量に依存する。図 29 (c)、図 29 (d) に示すように、ツマミの操作量が色温度を低下させる方向に大きくなるにしたがって、信号 1409 の出力タイミングが早まり、交流の負の半サイクルにおける遮断タイミングが早くなる。これによって、LED 照明器具 1050A に供給される交流電圧の負の半サイクルの波形を、色温度調整用の制御信号が埋め込まれた (付加された) 状態にすることができる。

30

#### 【0271】

上述したように、操作部 1047a を操作した場合には、信号 1408、1409 の発生により、正負の半サイクルにおける遮断位置 (遮断位相角度) が変動する。これに対し、操作部 1047b を操作した場合には、信号 1409 のみが発生し、負の半サイクルにおける遮断位置 (遮断角度) のみが変動する。これは、制御装置側で、正負の遮断位置が同時に変動する場合を調光用の制御信号と判定し、負の遮断位置のみが変動する場合を調色用の制御信号と判定するためである。もっとも、操作部 1047a を調色用の操作部とし、操作部 1047b を調光用の操作部としても良い。また、操作部 1047b の操作によって、信号 1408 のみが生じ、正の半サイクルにおける遮断位置のみが変動するようにしても良い。

40

#### 【0272】

LED 照明器具 1050A は、遮断角度検出回路 1090A を含んでいる。検出回路 1090A は、調光装置 1040A 側から供給される交流を直流に変換する整流回路 1091 と、整流回路 1091 から出力される直流電圧からマイコン 1100 の動作用直流電圧

50

を生成する定電圧源 1092 と、交流の正負の半サイクルにおける遮断タイミングを検出する角度検出回路 1093 A とを備えている。

【0273】

角度検出部 1093 A は、正負の半サイクルの夫々における遮断位相角度 を検出して、マイコン 1100 の振分部 1102 A (判定部) に渡す。振分部 1102 A は、正負の半サイクルの夫々における遮断位相角度 をメモリ 1101 に履歴情報として記録する。このとき、振分部 1102 A は、1 サイクル中の正負の遮断位相角度 を検出した場合に、各遮断位相角度 を、メモリ 1101 に最後に記録した正負の遮断位相角度 と比較する。このとき、正負の遮断位相角度 の双方が変動している(差分を有する)場合には、振分部 1102 A は、調光操作が実施されたとの判断に基づき、検出された遮断位相角度 を輝度調整部 1103 へ送る。

10

【0274】

これに対し、遮断位相角度 の比較において、負の遮断位相角度 のみが増加している場合には、振分部 1102 A は、調色操作が実施されたとの判断に基づき、検出された遮断位相角度 を色温度調整部 1104 へ送る。

【0275】

輝度調整部 1103 , 色温度調整部 1104 , 及び LED モジュール 1060 の構成は、第 6 実施形態とほぼ同様である。すなわち、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 に応じた輝度で LED モジュール 1060 が発光するように定電流回路 1081 による駆動電流の供給を制御する。すなわち、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 に応じて予め決定された駆動電流が LED モジュール 1060 に供給されるように定電流回路 1081 を制御する。

20

【0276】

例えば、LED 照明器具 1050 A に供給される交流電圧波形が図 28 (a) の場合には、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 が正(負)の半サイクルの後半に位置することから、利用者が低輝度での LED モジュール 1060 の発光を所望していると解釈する。このような解釈を前提として、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 に対して予め決定されている、比較的小さい駆動電流値で駆動電流供給が行われるように定電流回路 1081 を制御する。

【0277】

また、交流電圧波形が図 28 (c) の場合には、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 が正(負)の半サイクルの半ばに位置することから、利用者が中輝度での LED モジュール 1060 の発光を所望していると解釈する。このような解釈を前提として、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 に対して予め決定されている、比較的中程度の駆動電流値で駆動電流供給が行われるように定電流回路 1081 を制御する。

30

【0278】

また、交流電圧波形が図 28 (e) の場合には、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 が正(負)の半サイクルの前半に位置することから、利用者が高輝度での LED モジュール 1060 の発光を所望していると解釈する。このような解釈を前提として、輝度調整部 1103 は、遮断位相角度 に対して予め決定されている、比較的高い駆動電流値で駆動電流供給が行われるように定電流回路 1081 を制御する。もっとも、上記例は、輝度が三段階で制御されることを示すものではなく、遮断位相角度 の値に応じた 2 以上の段階での輝度制御が可能である。

40

【0279】

色温度調整部 1104 は、負の遮断位相角度 に応じた色温度で LED モジュール 1060 が発光するように、バランス回路 1082 の動作を制御する。すなわち、色温度調整部 1104 は、負の遮断位相角度 に応じた駆動電流の比で、LED モジュール 1060 を構成する LED 群 1060 a (低色温度 LED (低ケルビン温度用 LED)) , LED 群 1060 b (高色温度 LED : 高ケルビン温度用 LED) の夫々に駆動電流を供給する。

50

## 【0280】

例えば、LED照明器具1050Aに供給される交流電圧波形が図29(a)の場合には、遮断位相角度が負の半サイクルの後半に位置する。この場合、利用者が高色温度でのLEDモジュール1060の発光を所望しているとの前提において、色温度調整部1104は、遮断位相角度に対して予め決定されているバランス(比)で、LED群1060a及び1060bに駆動電流が供給されるように、バランス回路1082を制御する。

## 【0281】

また、LED照明器具1050Aに供給される交流電圧波形が図29(c)の場合には、遮断位相角度が負の半サイクルの半ばに位置する。この場合、利用者が中色温度でのLEDモジュール1060の発光を所望しているとの前提において、色温度調整部1104は、遮断位相角度に対して予め決定されているバランス(比)で、LED群60a及び60bに駆動電流が供給されるように、バランス回路82を制御する。

## 【0282】

また、交流電圧波形が図29(c)の場合には、遮断位相角度が負の半サイクルの前半に位置する。この場合、利用者が低色温度でのLEDモジュール1060の発光を所望しているとの前提において、色温度調整部1104は、遮断位相角度に対して予め決定されているバランス(比)で、LED群1060a及び1060bに駆動電流が供給されるように、バランス回路1082を制御する。もっとも、上記例は、色温度が三段階で制御されることを示すものではなく、遮断位相角度の値に応じた2以上の段階での色温度制御が可能である。

## 【0283】

なお、信号1408及び1409に基づく正負のサイクルにおける遮断位相角度は、メモリ1101に記録される。このため、角度検出回路1093で遮断角度が検出されない場合には、振分部1102Aは、メモリ1101に最後に記録された正負の遮断位相角度を輝度調整部1103及び色温度調整部1104に供給する。これによって、時間t4が0、すなわちt4の遮断時間が消滅しても、輝度及び色温度が維持される。

## 【0284】

第7実施形態によれば、調光装置1040Aが輝度調整用の操作部1047aと、色温度調整用の操作部1047bとを有している。これによって、利用者は、調光操作と調色操作とを相互に独立して実施することができる。このため、第6実施形態に比べて、操作性の向上したLED照明システムを提供することができる。

## 【0285】

第7実施形態においても、既存の配線設備を用いるため、LED照明器具1050Aの導入による大幅な配線工事を回避することができ、LED照明器具50A導入時の初期コストの低減を図ることができる。

## 【0286】

## 〔第8実施形態〕

次に、本発明の第8実施形態に係るLED照明システムについて説明する。図30は、第8実施形態に係るLED照明システムの構成例を示す図である。LED照明システムは、大略して、調光装置(調光・調色コントローラ)Cと、LED照明器具(LED発光デバイス)800とを含む。

## 【0287】

調光装置Cは、一对の端子T201, T202と、もう一对の端子T203, T204を有している。端子T201, T202は、商用電源(例えば、交流100V, 50又は60Hz)を供給する一对の商用電源母線1010に接続される。端子T203も、商用電源母線1010に接続される。端子T204は、給電線1020aを介してLED照明器具800が備える一对の端子T205, T206のうちの端子T205と接続される。端子T206は、商用電源母線1010の他方に接続される。

## 【0288】

調光装置Cは、第2実施形態(図4)で説明した主電源スイッチ141と、直流生成部

10

20

30

40

50

としての電源回路140と、第1及び第2制御部としてのマイコン180Aと、第1及び第2操作部としてのXYスイッチ185とを備えている。これらの詳細は、第2実施形態で説明したので説明を省略する。但し、電源回路140は、第2実施形態で説明したようなDC24Vの生成機能を有していなくても良い。

#### 【0289】

これに対し、調光装置Cは、制御信号生成部としての制御信号生成回路191を備えている。本実施形態におけるマイコン180は、XYスイッチ185から入力される調光・調色の操作量（制御量）（ビットb0～b5で示されるビット値）から調光・調色用の制御情報として、輝度を表すデジタル値（輝度値）、及び色度（本実施形態では色温度）を表すデジタル値（色温度値）を生成するエンコーダとして機能する。

10

#### 【0290】

例えば、マイコン180Aは、輝度値を示すデジタル値と、色温度を示すデジタル値を保持する記録媒体（メモリ）を有している。XYスイッチ185の「U」ボタン、「D」ボタンの押し下げに応じて、メモリに保持された輝度値（デジタル値）を増減（更新）する。マイコン180Aは、保持された輝度値を信号線180aに出力する。一方、マイコン180Aは、「H」ボタン、「L」ボタンの押し下げに応じて、メモリに保持された色温度値（デジタル値）を増減する。マイコン180Aは、保持された色温度値を信号線180bに出力する。なお、各デジタル値は、所定のビット数で表現される。

#### 【0291】

制御信号生成回路191は、商用電源から供給される交流波形を用いて制御情報を含む制御信号を生成する。制御信号生成回路191は、マイコン180Aと信号線180a、180bを介して接続されており、マイコン180Aから出力される輝度値及び色温度値が入力される。制御信号生成回路191は、端子T203から入力される商用電源からの正弦波の波形を加工することによって、輝度値及び色温度値に応じた調光・調色用の制御信号を生成し、端子T204から出力する。これによって、調光・調色のための制御信号がLED照明器具800に送られる。

20

#### 【0292】

制御信号生成回路191の詳細構成としては、以下を例示できる。例えば、制御信号生成回路191は、図31に示すように、トライアック192と、トライアックの点弧制御回路193とを含むことができる（第1形態）。点弧制御回路193は、商用交流の正弦波に対する正負の半サイクルに関して、マイコン180Aからの調光・調色に係る制御情報（輝度値及び色温度値）に応じてトライアック192の点弧タイミングを制御する。

30

#### 【0293】

すなわち、点弧制御回路193は、正の半サイクルに関して、輝度値と色温度値との一方（例えば、輝度値）に応じた点弧位相角度で点弧するためのトリガ信号をトライアック192に供給する。一方、点弧制御回路193は、負の半サイクルに関して、輝度値と色温度値との他方（例えば、色温度値）に応じた点弧位相角度で点弧するトリガ信号をトライアック192に供給する。トライアック192は、トリガ信号を得てから電圧が0になるまでの点弧期間において、端子T203から供給される商用電源からの交流を導通させる。

40

#### 【0294】

したがって、調光装置Cの端子T204からは、輝度値及び色温度値のそれぞれに応じた導通期間で、商用電源からの交流が制御信号として出力される。LED照明器具800では、端子T205から入力される交流波形（制御信号波形）から、トライアック192の正負の各半サイクルにおける点弧位相角度を認識し、点弧位相角度から輝度値及び色温度値に相当する、調色及び調光に係る制御情報を得ることができる。

#### 【0295】

或いは、制御信号生成回路191は、図32に示すような第2の形態を有することができる。第2の形態は、第7実施形態で説明したような、論理回路1400A及び一對のIGBT1048、1049（ダイオード1032、1033を含む）を備えることができ

50

る。第2形態の制御信号生成回路191では、論理回路1400Aは、マイコン180Aから供給される輝度値と色温度値との一方（例えば、輝度値）に応じたタイミングでIGBT1048のゲートに信号を与える。一方、論理回路1400Aは、輝度値と色温度値との他方（例えば、色温度値）に応じたタイミングでIGBT1049のゲートに信号を与える。

#### 【0296】

これによって、商用電源からの正弦波が、図28に示したような、正弦波の正負の各半サイクルにおいて、輝度値及び色温度値に応じた遮断部分を含む波形（制御信号）となる。このような交流波形（制御信号）が端子T204から出力され、LED照明器具800に供給される。LED照明器具800では、端子T205から入力される交流波形の遮断部分の位置（遮断位相角度）から、輝度値及び色温度値に相当する制御情報を得ることができる。

10

#### 【0297】

LED照明器具800は、端子T205、端子T206に接続された電源回路801と、電源回路802と、マイコンを含む制御回路803と、ディジタル/アナログ変換器（D/A変換器）804とを備えている。さらに、LED照明器具800は、総電流規定回路839と、個別電流値調整回路840と、第6実施形態と同様のLEDモジュール1060とを備えている。

#### 【0298】

電源回路801は、母線1010からの商用電源交流を直流に変換する整流回路を有する一方で、LED駆動用の電圧（例えば24V）を生成して配線806に出力する。電源回路（定電圧源）802は、配線806からの電圧から制御回路803の動作用の電圧（例えば3.3V）を得て制御回路803に入力する。

20

#### 【0299】

図31に示した第1の形態に対しては、図33に示す制御回路803の構成が適用される。図33において、制御回路803は、点弧位相角度を検出する点弧位相角度検出回路1093と、マイコン803Aとを備える。マイコン803Aは、水晶発振子805（図30）から供給される動作クロックに従って動作する。マイコン803Aは、メモリ1101を備えるとともに、マイコン803Aが備える図示しないプロセッサがプログラムを実行することによって実現される機能としての、振分部1102、輝度調整部1103A、及び色温度調整部1104Aを備えている。

30

#### 【0300】

点弧角度検出回路1093は、調光装置Cから供給される制御信号における正負の半サイクルにおける点弧位相角度を求める。振分部1102Aは、正の点弧位相角度を輝度調整部1103Aに渡し、負の点弧位相角度を色温度調整部1104Aに渡す。

#### 【0301】

輝度調整部1103Aは、メモリ1101に保持された、点弧位相角度と輝度値と関連づけて格納した対応テーブル（図示せず）を参照し、振分部1102Aから得た点弧位相角度に対応する輝度値を対応テーブルから得る。これによって、マイコン180が出力した輝度値を得る（復元する）ことができる。輝度値は配線811へ出力される。

40

#### 【0302】

色温度調整部1104Aは、メモリ1101に保持された、点弧位相角度と色温度値と関連づけて格納した対応テーブル（図示せず）を参照し、振分部1102Aから得た点弧位相角度に対応する色温度値を対応テーブルから得る。色温度値は、配線812へ出力すべきLED群1060a用の色温度値と、配線813へ出力すべきLED群1060b用の色温度値とからなる。各色温度値は、配線812、813へ出力される。

#### 【0303】

図32に示した第2の形態に対しては、図34に示す制御回路803の構成が適用される。図34において、制御回路803は、点弧位相角度検出回路1093の代わりに（遮断位相）角度検出回路1093Aを備える点を除き、図33に示した構成と同じである。

50

## 【0304】

角度検出回路1093Aは、制御信号中の正負の半サイクルにおける遮断位相角度を検出する。振分部1102Aは、正の半サイクルにおける遮断位相角度を輝度調整部1103Aに送り、負の半サイクルにおける遮断位相角度を色温度調整部1104Aに送る。以上のように、制御装置803は、調光装置Cからの調光・調色用の制御信号を受け取り、制御信号から輝度値及び色温度値を得るデコーダとして機能する。

## 【0305】

総電流規定回路839は、オペアンプ831、抵抗832、トランジスタ833を含んでいる。個別電流値調整回路840は、オペアンプ841、842と、抵抗846、843と、トランジスタ844、845とを含んでいる。

10

## 【0306】

制御回路803のマイコン803Aは、配線811、812、813を介してD/A変換器804に接続されている。D/A変換器804は、配線821、ツェナーダイオード834及び抵抗835を介して配線806に接続されており、ツェナーダイオード834と抵抗835との間にオペアンプ831の端子が接続されている。また、D/A変換器804は、配線822を介してオペアンプ841の一方の端子に接続されるとともに、配線823を介してオペアンプ842の一方の端子に接続されている。

## 【0307】

このようなLED照明器具800において、操作者が輝度の上昇を意図してXYスイッチ185のUボタンを押下すると、マイコン803Aから配線811へ出力される輝度値が減少する。D/A変換器804は、輝度値に応じたアナログ電位を配線821に生じさせる。

20

## 【0308】

この結果、配線821のアナログ電位は下降して、オペアンプ831の出力であるトランジスタ833のベース電位も下降し、pnpトランジスタ833のエミッタ電流は増大する。従って、LEDモジュール1060の各LED群1060a、1060bに供給される総電流は増加してLEDモジュール1060から発する光が以前より明るくなる（輝度が上昇する）。これに対し、XYスイッチ185のDボタンを押下げた場合には、上記と逆の作用が起こり、LEDモジュール1060から発する光が暗くなる。

## 【0309】

30

操作者が色温度の上昇を意図してXYスイッチ185のHボタンを押下げると、マイコン803Aから配線812へ出力される色温度値が増加する一方で、マイコン803Aから配線813へ出力される色温度値が低下する。D/A変換器804は、配線812からの色温度値に応じたアナログ電位を配線822に生じさせる一方で、配線813からの色温度値に応じたアナログ電位を配線823に生じさせる。

## 【0310】

この結果、配線452のアナログ電位は上昇して、オペアンプ841の出力であるnpnトランジスタ844のベース電位も上昇し、npnトランジスタ844のコレクタ電流は増加する。一方、オペアンプ842の出力であるnpnトランジスタ845のベース電位は下降し、npnトランジスタ845のコレクタ電流は減少する。

40

## 【0311】

したがって、色温度の高いLED群1060aの発光量は、色温度の低いLED群1060bの発光量よりも大きくなり、LEDモジュール1060全体としては色温度が上昇して青みがかった青白色を呈する。色温度の低下を意図してXYスイッチ185のLボタンが押された場合には、上記と逆の作用が生じ、LED群1060aの発光量が減少し、LED群1060bの発光量が増加することで、LEDモジュール1060の色温度が低下する。このような動作により、LEDモジュール1060の輝度及び色温度を所望の値に調整することが可能である。

## 【0312】

なお、図30に示した例では、個別電流値調整回路840から独立した総電流規定回路

50

８３９を設けている。これに対し、個別電流値調整回路８４０に対し、マイコン８０３Ａで得られた輝度値に基づき、ＬＥＤ群１０６０ａ，１０６０ｂにそれぞれ供給される平均電流の比が変わらない状態で、ＬＥＤ群１０６０ａ，１０６０ｂに供給される平均電流が増減するような制御値を配線８１２及び８１３から出力する変形が可能である。このような変形によれば、輝度調整も個別電流値調整回路８４０で実施できるので、総電流規定回路８３９に係る構成は省略することができる。

#### 【０３１３】

以上説明した実施形態における構成は、本発明の目的を逸脱しない範囲で適宜組み合わせることができる。

#### 【符号の説明】

10

#### 【０３１４】

１０Ａ・・・交流電源入力端子  
 ２０・・・ＬＥＤ照明装置（ＬＥＤ発光デバイス）  
 ２２Ａ・・・ＬＥＤ群（第１ＬＥＤ群）  
 ２２Ｂ・・・ＬＥＤ群（第２ＬＥＤ群）  
 ２３Ａ，２３Ｂ・・・端子  
 ９０・・・半波倍電圧整流回路  
 １００・・・クロック生成回路  
 １０１，１０２・・・コンパレータ（比較器：オペアンプ）  
 １１０・・・デューティ比調整回路  
 １２０・・・プッシュプル形駆動回路  
 １３０・・・駆動パルス発生・可変回路  
 １８３・・・直流電源回路  
 １４１・・・主電源スイッチ  
 １５０・・・Ｈ型フルブリッジ制御回路  
 １５１・・・制御回路  
 １６０・・・ドライブ電流検出回路  
 １６５・・・抵抗器  
 １６１，１６２・・・フォトカブラ  
 １６３，１６４・・・積分回路  
 ２００，２００Ａ，２０１，２０１Ａ，２０２Ａ，２２１，２２２，３０１，３１２，３  
 ２２・・・配線  
 １７０・・・極性変換スイッチ  
 １８０・・・マイクロプロセッサ  
 １８５・・・ＸＹスイッチ  
 １８６・・・タイマ・カウンタ  
 １８６Ａ・・・マイクロプロセッサ  
 Ａ・・・調光装置  
 Ｂ，Ｂ１・・・調光装置（点灯制御装置）  
 ４００・・・商用電源母線  
 ４０１・・・照明装置用給電線  
 ４０２・・・照明装置点滅用の引き込み線  
 ４０３・・・仮想線  
 ４１０・・・調光装置（調光ボックス）  
 ４１２・・・直流電源供給回路（電源回路）  
 ４１３・・・制御回路  
 ４１４，４１５・・・直流電源供給線  
 ４１６・・・操作部  
 ４１６Ａ，４１６Ｂ・・・操作ダイヤル  
 ４１７・・・操作量検出部（信号生成器）

20

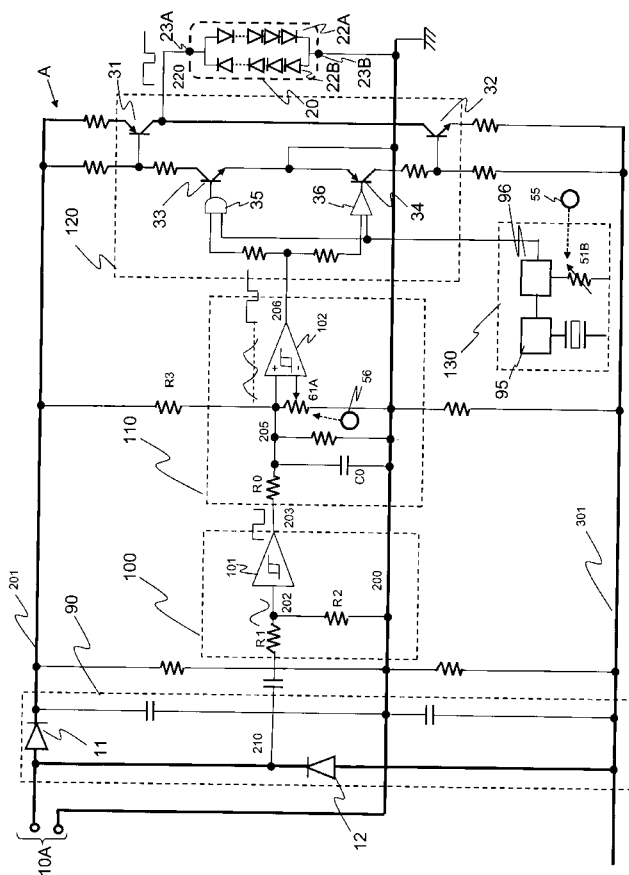
30

40

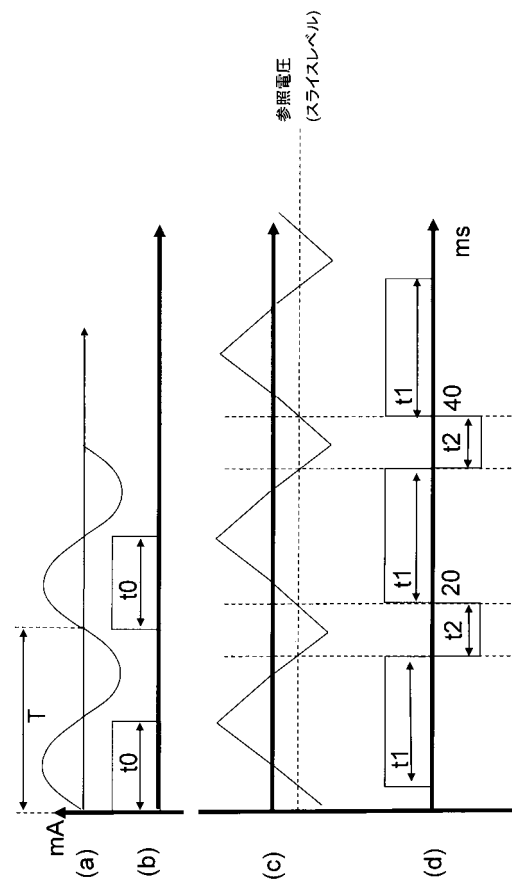
50

- 417A, 417B . . . 可変抵抗器  
 418, 419 . . . 信号線  
 420 . . . 制御装置  
 421 . . . 発振子  
 430 . . . 駆動装置  
 431 . . . 駆動論理回路  
 432 . . . 駆動回路

【図1】

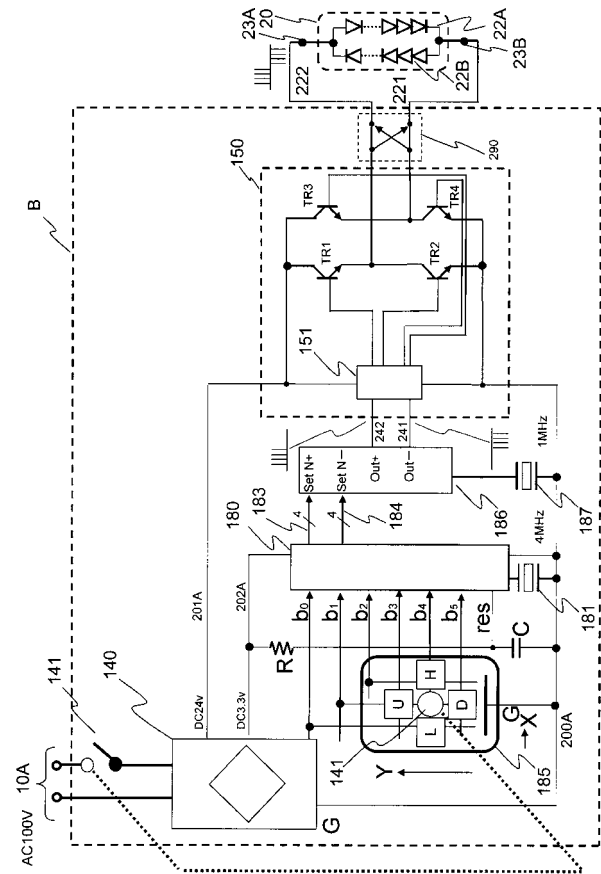


【図2】

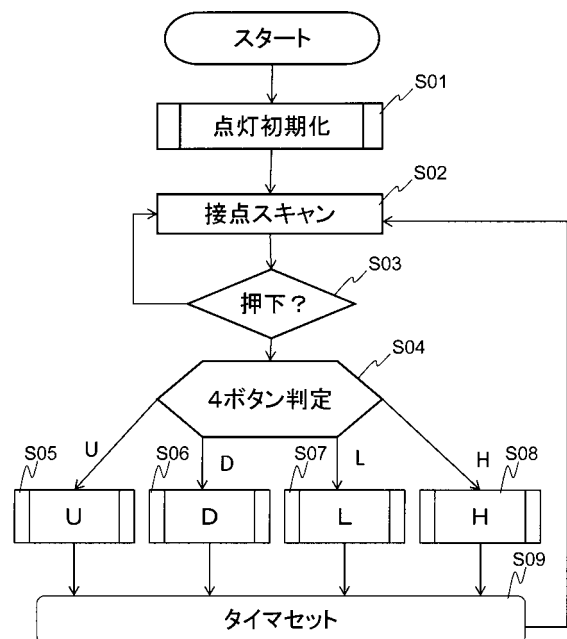




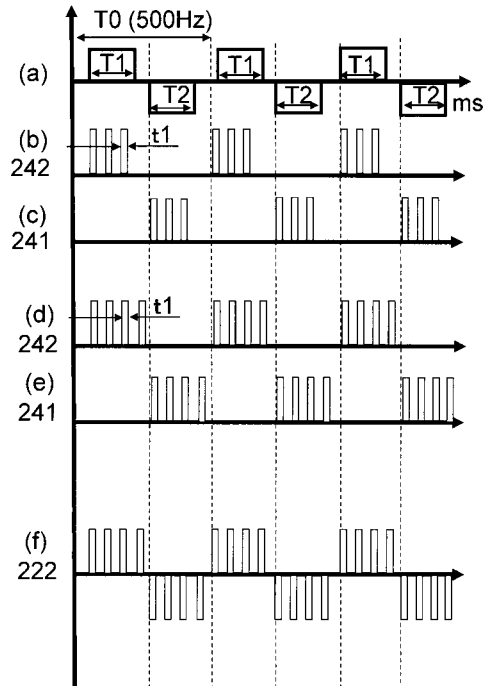
【 図 4 】



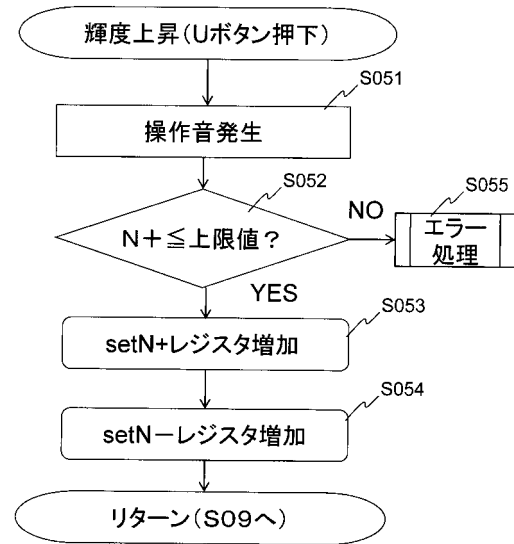
【 ㄨ 5 B 】



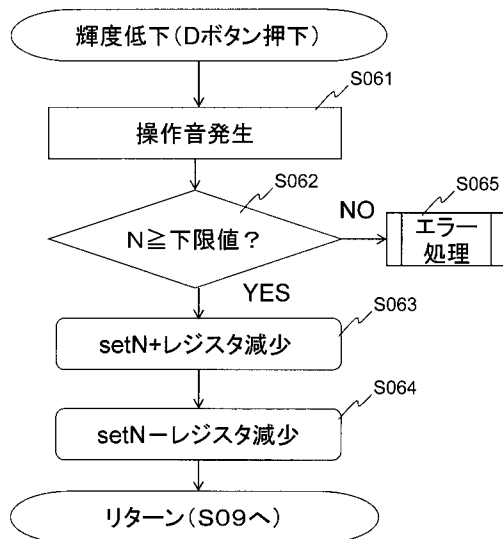
【図 6 A】



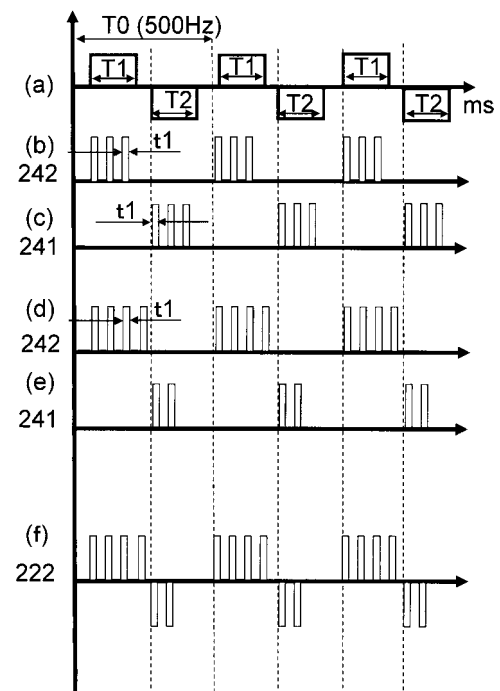
【図 6 B】



【図 6 C】

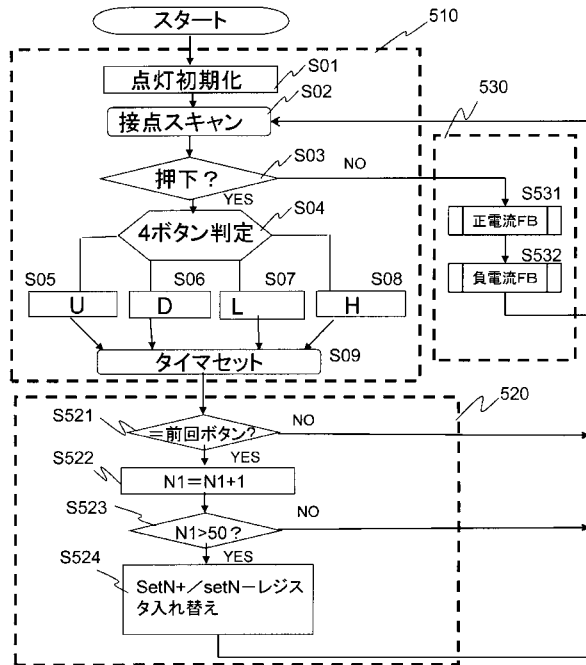


【図 7 A】

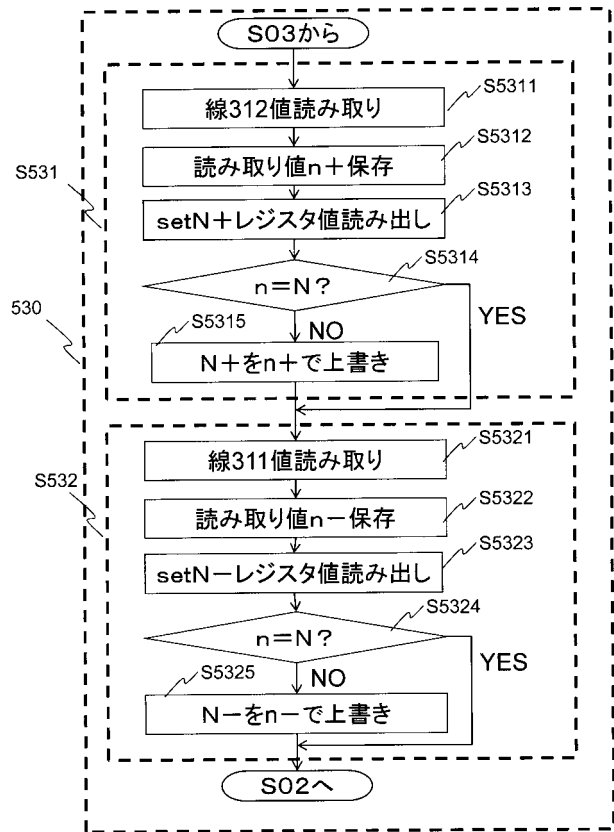




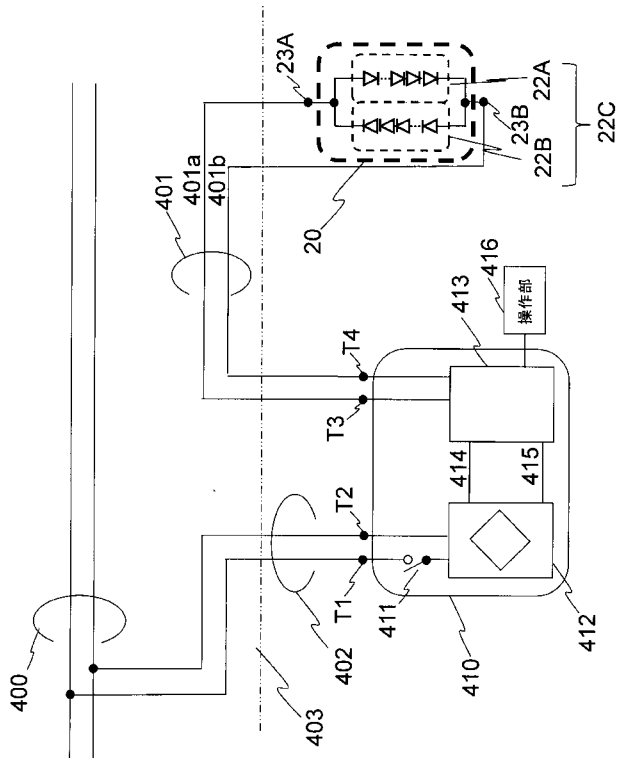
【図10A】



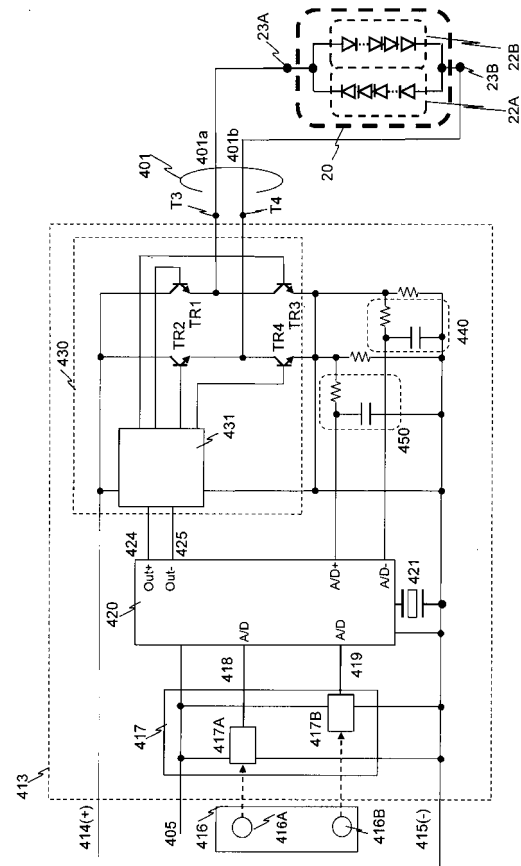
【図10B】



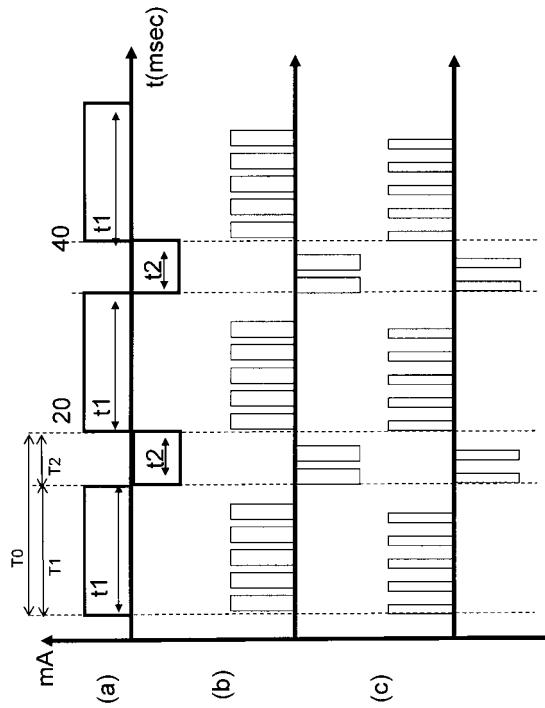
【図11】



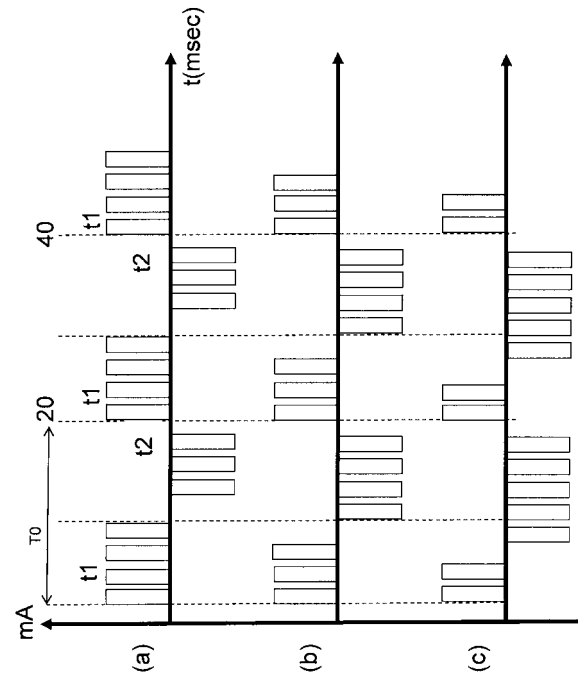
【図12】



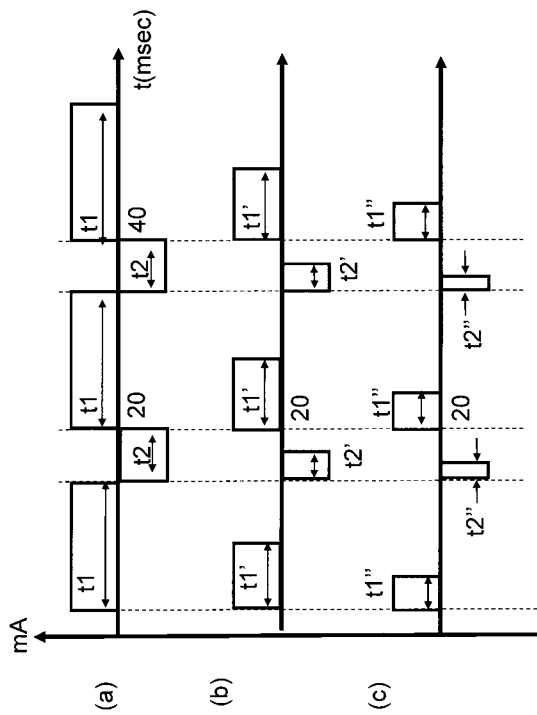
【図 13】



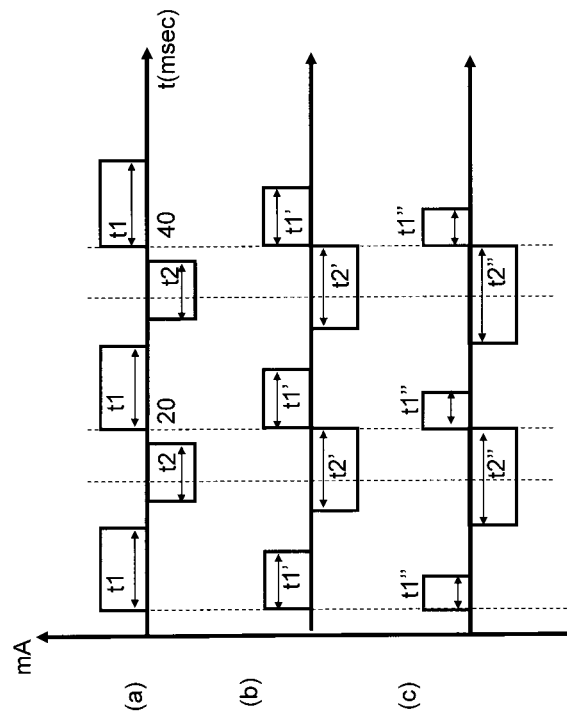
【図 14】



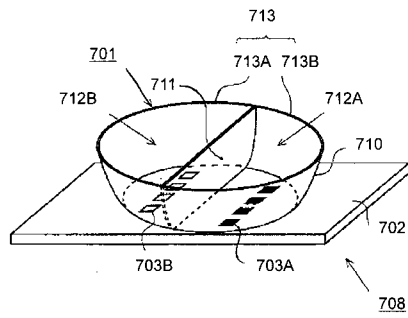
【図 15】



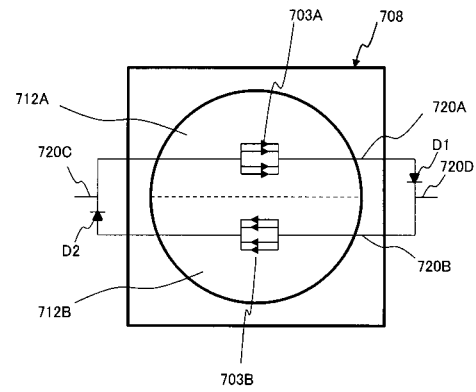
【図 16】



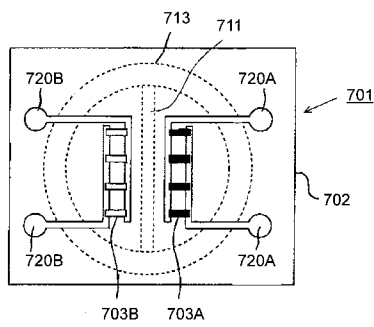
【図 17 A】



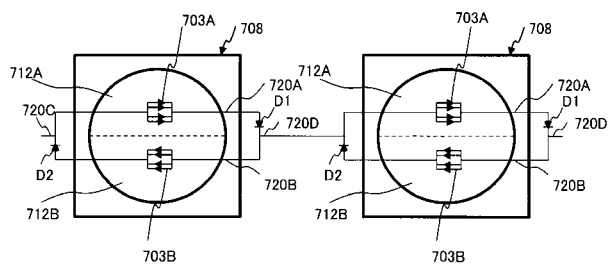
【図 18】



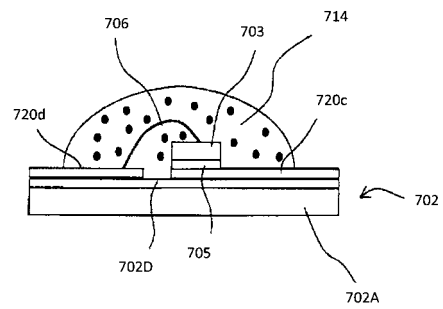
【図 17 B】



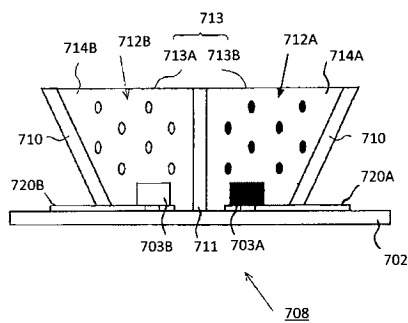
【図 19】



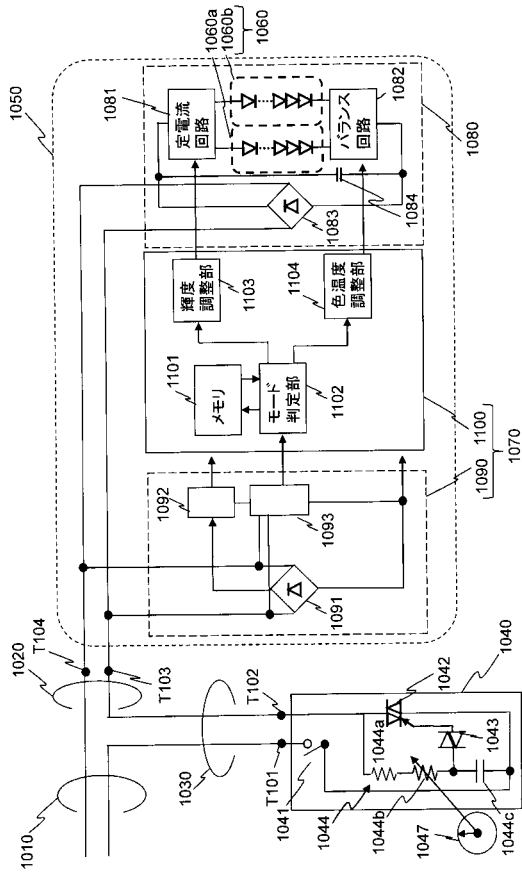
【図 21】



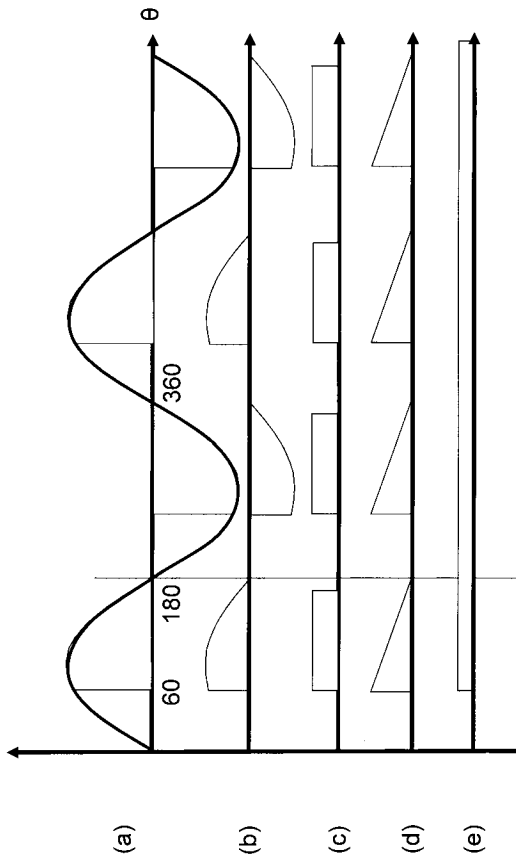
【図 20】



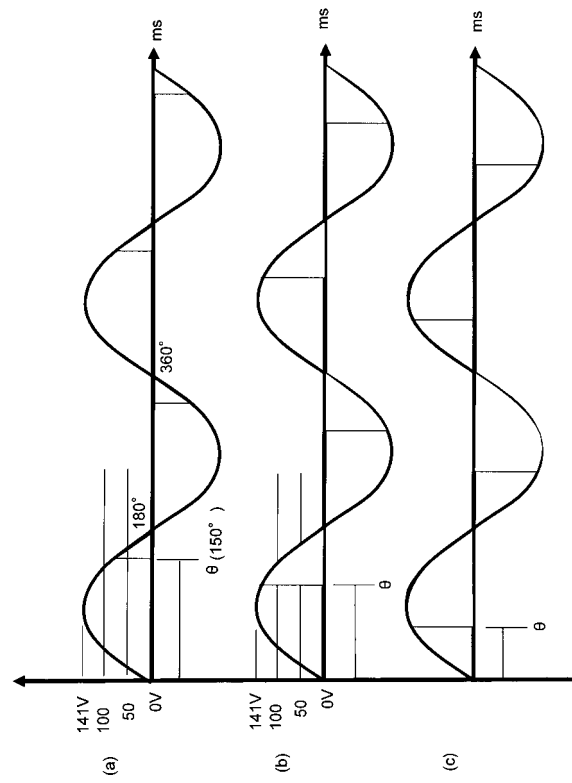
【図 2 2】



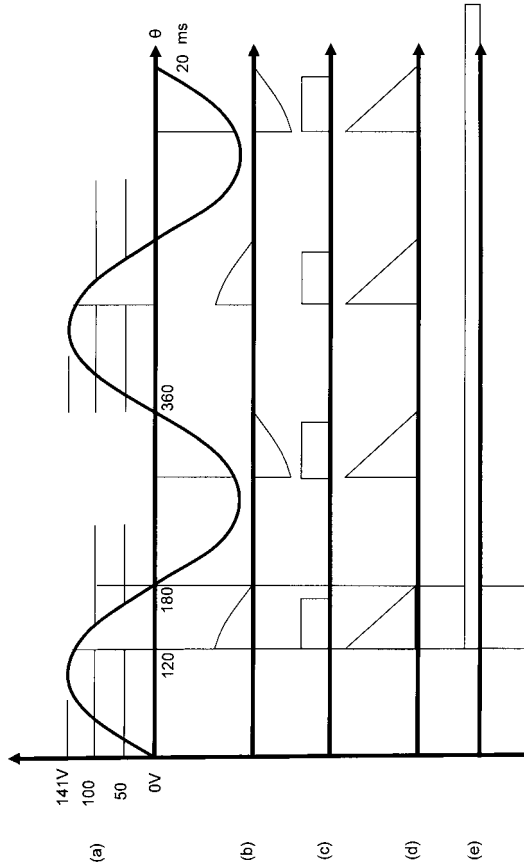
【図 2 4】



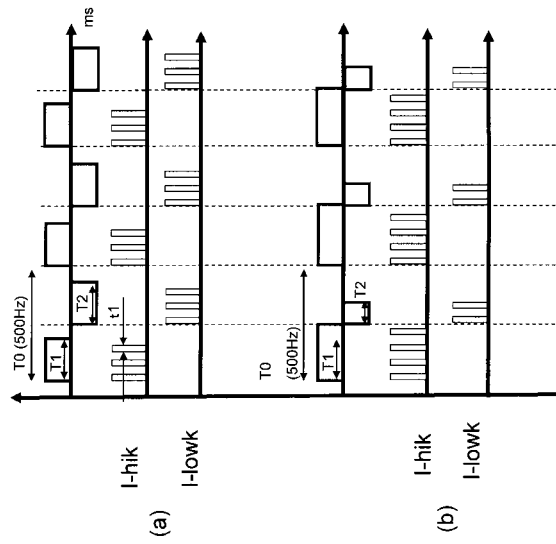
【図 2 3】



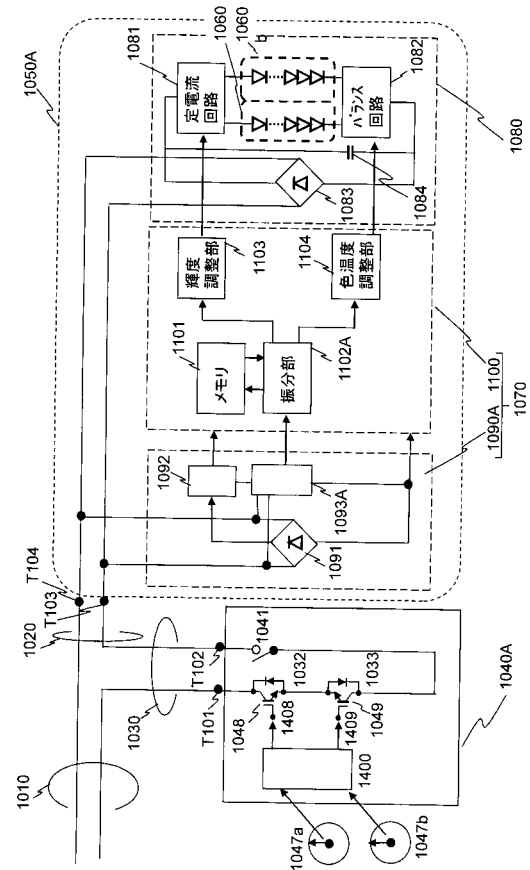
【図 2 5】



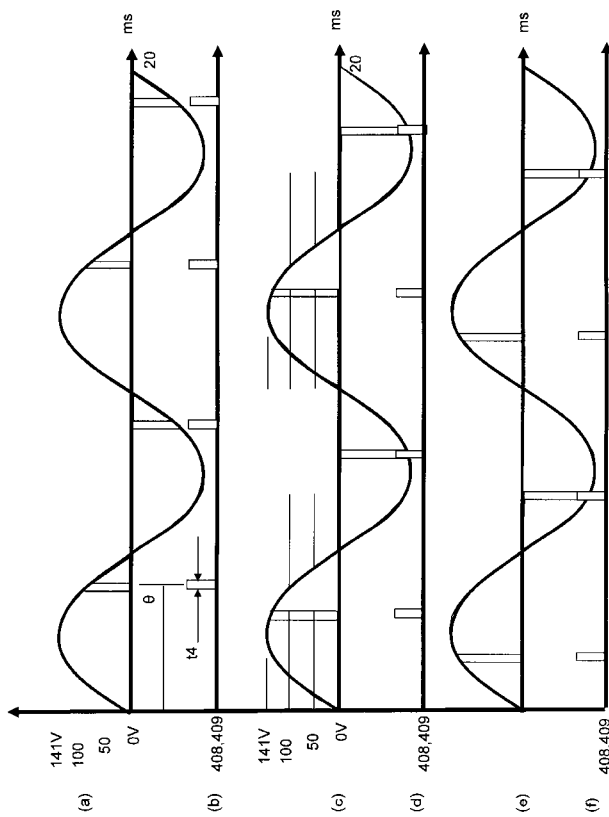
【図 26】



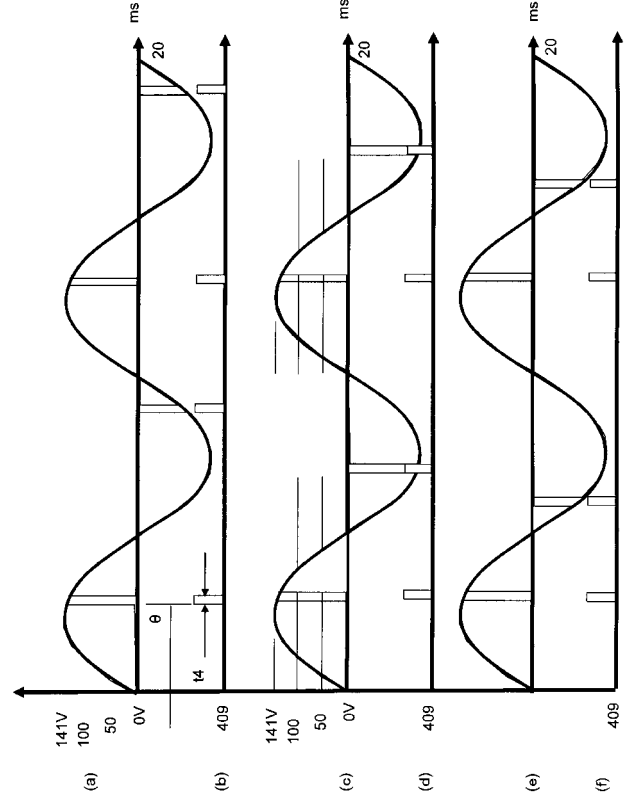
【図 27】



【図 28】

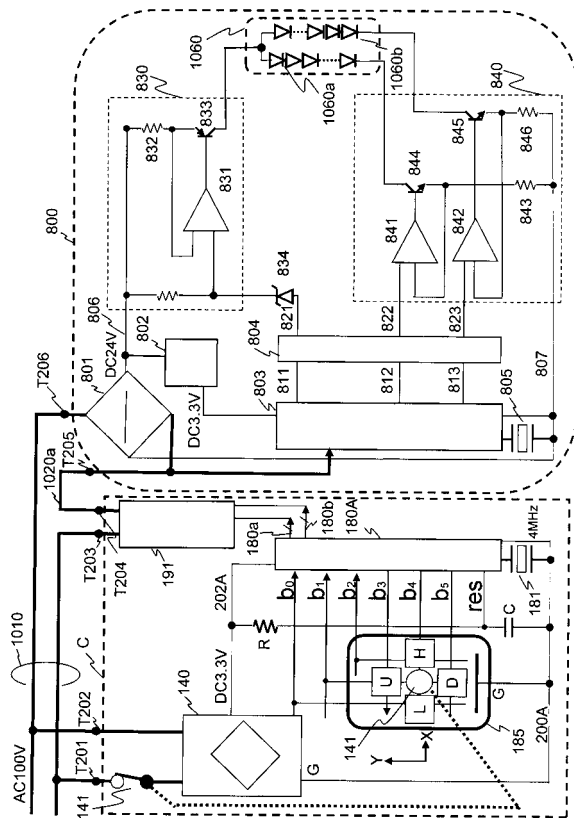


【図 29】

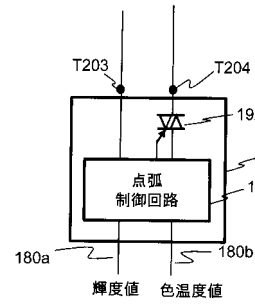




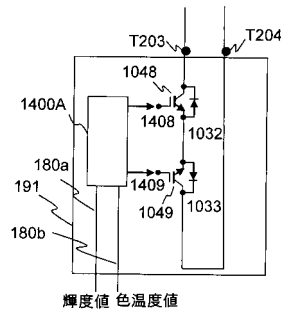
【図 30】



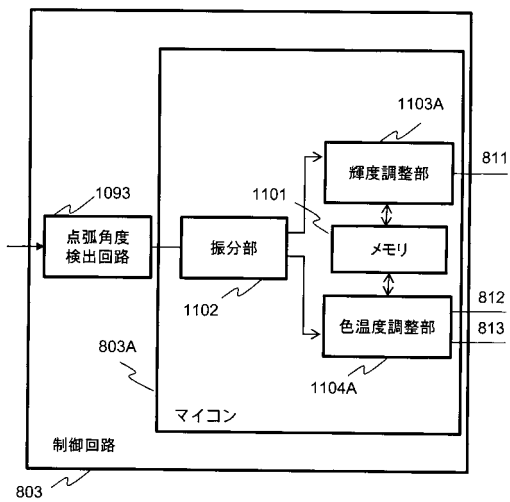
【図 31】



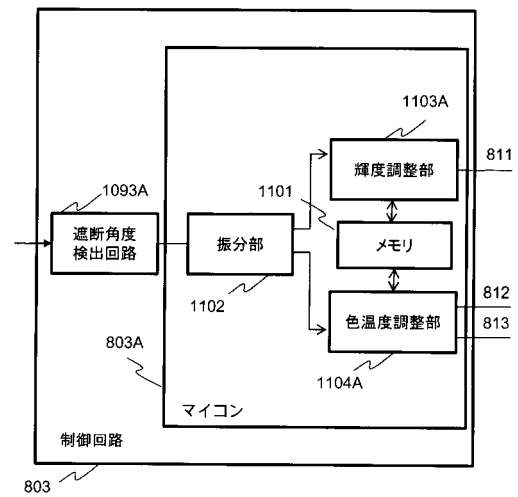
【図 32】



【図 33】



【図 34】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100151596

弁理士 下田 俊明

(72)発明者 武田 立

東京都港区芝四丁目 1 4 番 1 号 三菱化学株式会社内

(72)発明者 笠倉 暁夫

東京都港区芝四丁目 1 4 番 1 号 三菱化学株式会社内

Fターム(参考) 3K073 AA62 BA09 CG09 CG10 CJ17 CM02